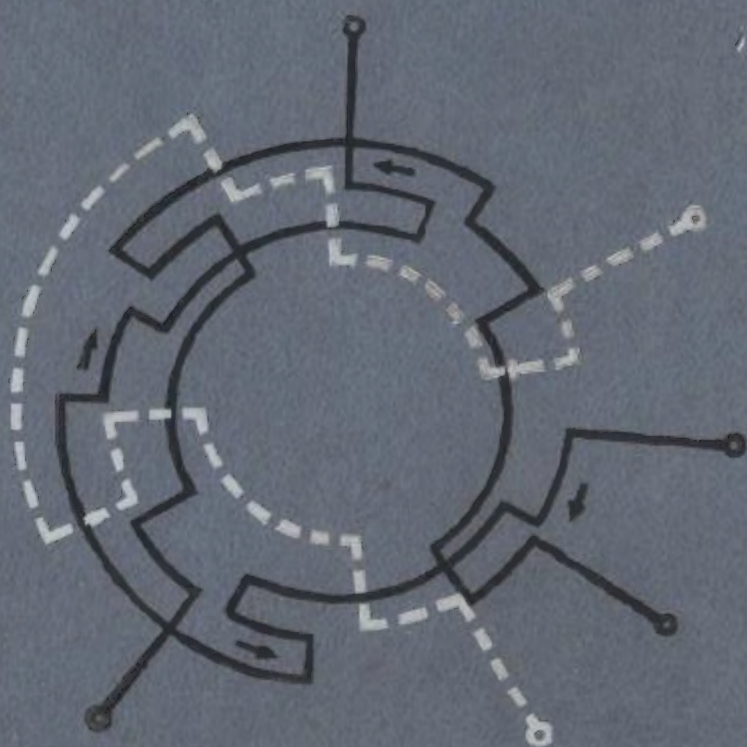


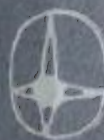
و. عطابيكوف

# اصلاح الآلات الكهربائية



دار «میر» موسکو

اصلاح الآلات الكهربائية



# اصلاح الآلات الكهر بائية



**В. Б. Атабеков**

**РЕМОНТ  
ТРАНСФОРМАТОРОВ,  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН  
И КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ**

**«Высшая школа»**

**Москва**

---

و. عطاييكوف  
اصلاح الآلات  
الكهربائية

ترجمة

المهندس نعيم نقش



دار «مير» موسكو



النص الروسي منقح ومزيد خصيصا  
للترجمة الى اللغة العربية

На арабском языке



© Издательство «Высшая школа», 1983  
© حقوق الترجمة الى اللغة العربية محفوظة لدار «مير»

# المقدمة

ان مشاكل الاعادة السريعة لمحولات القوى والمكنات واجهزة التحويل الكهربائية الى حيز العمل ، وضمان العمل المتواصل لها عن طريق تحديث التكنولوجيا لأعمال الاصلاح ، واختصار زمنه ورفع نوعيته قد اكتسبت أهمية خاصة . وقد اصبح الاصلاح واحدا من الاتجاهات الرئيسية لتخفيف حدة الاحتياج الى المعدات الكهربائية .

وترجع المعدات الكهربائية الى حيز العمل بعد اصلاحها ، اما نوعية الاصلاح فانها تضمن اطالة فترات عمل المعدات الكهربائية ما بين اصلاح وآخر . ويمكن في بعض الاحيان تحديث المعدات الكهربائية وتغيير مقاييسها أو مواصفاتها الفنية ، ورفع اقتصادية عملها . ان الخبرة الطويلة لعمل الورشات والمصانع الخاصة باصلاح المعدات الكهربائية تشير الى ان اكثر من ٧٠٪ من المعدات الكهربائية المعطوبة الداخلة الى حيز الاصلاح تتكون من محولات القوى والمكنات واجهزة التحويل الكهربائية التي تحتل الأعمال الميكانيكية (أعمال البرادة) الكهربائية أهمية بالغة في اصلاحها.

ان اصلاح محولات القوى والمكنات واجهزة التحويل الكهربائية يطالب بمراعاة شروط صارمة فيما يخص بجودة وزمن الاصلاح والتقليل من استهلاك المواد وتحديث المعدات الكهربائية



وانجاز الاصلاح على مستوى تكنولوجيا رفيع وزيادة فترات عمل المعدات الكهربائية ما بين الاصلاحات وغيرها .

ان انجاز هذه الشروط مرهون بالدرجة الاولى بمهارة القائمين مباشرة باعمال الاصلاح الكهربائي أى الميكانيكيين الكهربائيين . ويجب على عامل الاصلاح وهو الميكانيكى الكهربائي ان يكون ملما بالمعلومات النظرية الضرورية وذا خبرة عمل جيدة ، وان يكون باستطاعته ليس فقط التحديد الصائب لطبيعة الخلل او العطب واسبابه بل وتحديد الطرق السريعة لازالته أيضا ، وكذلك عليه ان يعرف جيدا تركيبة محولات القوى والمكنات واجهزة التحويل الكهربائية الجديدة منها والقديمة ، وان يستطيع استخدام أكثر الطرق عقلانية للاصلاح مع الاستخدام الواسع لوسائل مكننة العمل الملائمة ، وكذلك تغيير مقاييس المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها فى الاتجاه اللازم والتوزيع والتخطيط الصحيحين لانجاز مجموع اعمال الاصلاح ، اى ان يكون اختصاصيا ماهرا واسع الافق مهنيا .

وكذلك قد وردت فى الكتاب معلومات عن اعمال اللف والعزل الكهربائي بحجم يكون معه الميكانيكى الكهربائي قادرا ليس فقط على انجاز الاعمال الميكانيكية الكهربائية بمهارة بل وعمليات الاصلاح المستقلة مثل اللف والعزل الكهربائي عند الضرورة .

ان حجم المعلومات النظرية والعملية الواردة فى الكتاب لاصلاح محولات القوى والمكنات واجهزة التحويل الكهربائية يسمح ليس فقط باعداد اختصاصيين مهرة فى اصلاح قائمة كبيرة من المعدات الكهربائية بنجاح بل وكذلك رفع مستوى المعارف لطاغم الاصلاح العامل أيضا .

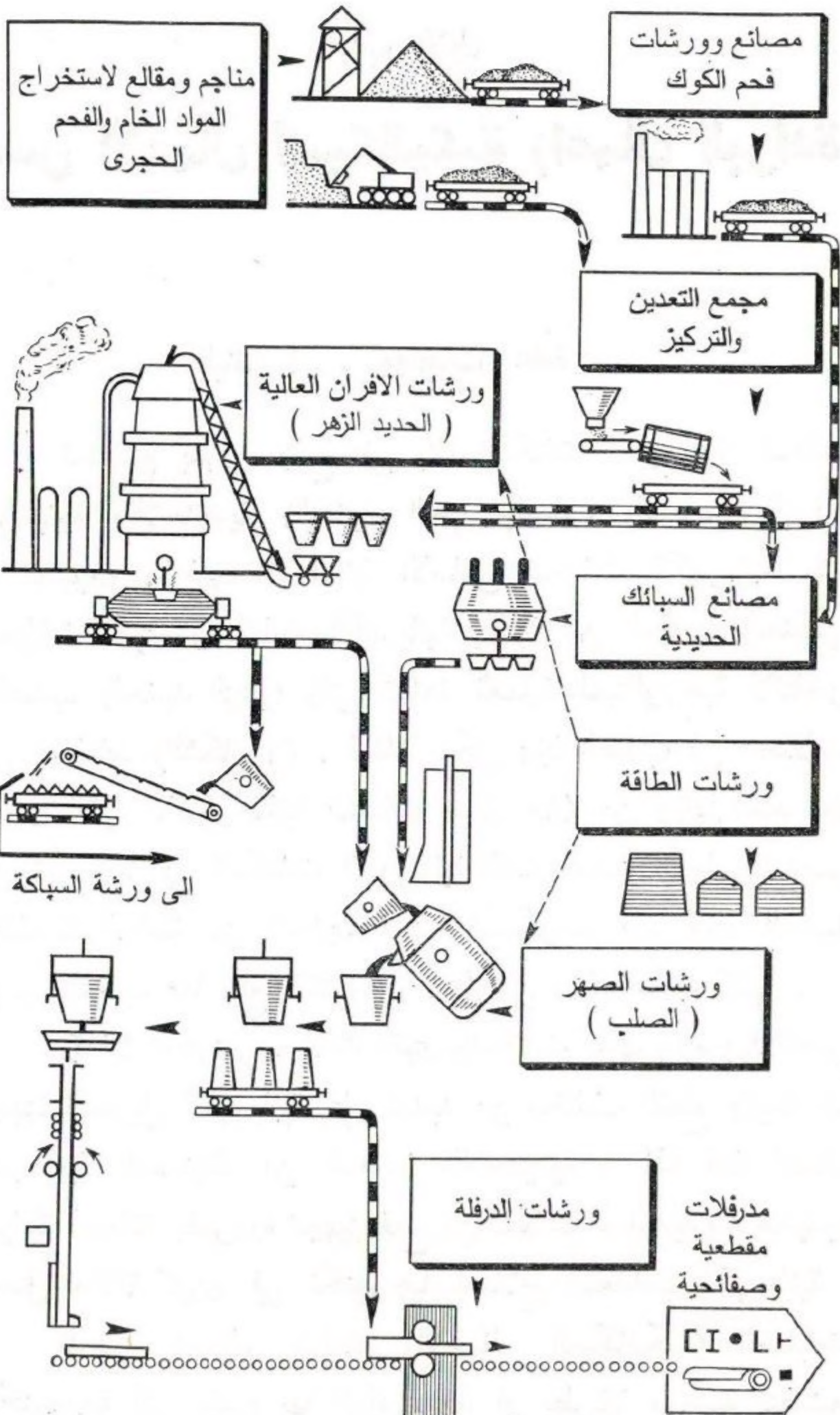


# أسس الاعمال الميكانيكية (اعمال البرادة)

## البند ١ . معلومات عامة

تستخدم بشكل واسع فى بناء المكنات الكهربائية المعادن الحديدية واللاحديدية (الحديد الزهر والصلب والنحاس والبرونز والالومنيوم) . غير ان الوزن الاساسى للمعدات الكهربائية مثل محولات القوى والمكنات الكهربائية يتكون من المعادن الحديدية (الصلب والحديد الزهر) والتي تشاهد العملية الميتالورجية لانتاجها فى المخطط (الشكل ١) . فمثلا يشكل وزن الصلب فى محولات القوى ثلاثية الاطوار ثنائية الملفات حوالى ٨٠٪ من وزنها العام دون الزيت . اما فى المكنات الكهربائية ذات العضو الدوار المقصر والقاعدة الحاملة من الحديد الزهر المسكوب فان وزن الحديد الزهر والصلب معا يبلغ اكثر من ٨٢٪ من وزن المكنة كلها . وكذلك تحتوى محولات القوى والمكنات الكهربائية وبالاخص اجهزة التحويل الكهربائية على العديد من مختلف القطع والوحدات التجميعية المصنوعة من المعادن اللاحديدية . لذا فان اعمال البرادة المتعلقة بضرورة تجهيز قطع من المعادن الحديدية واللاحديدية تحتل مكانة كبرى فى تكنولوجيا اصلاح المعدات الكهربائية . تدعى باعمال البرادة (الاعمال الميكانيكية) العمليات التكنولوجية التى يقوم بها البراد يدويا او بطريقة ممكنة لتصنيع







المعادن وتجهيز القطع وكذلك الاعمال الخاصة بتوصيل وتجميع القطع الجاهزة فى وحدات تجميعية وضبطها .

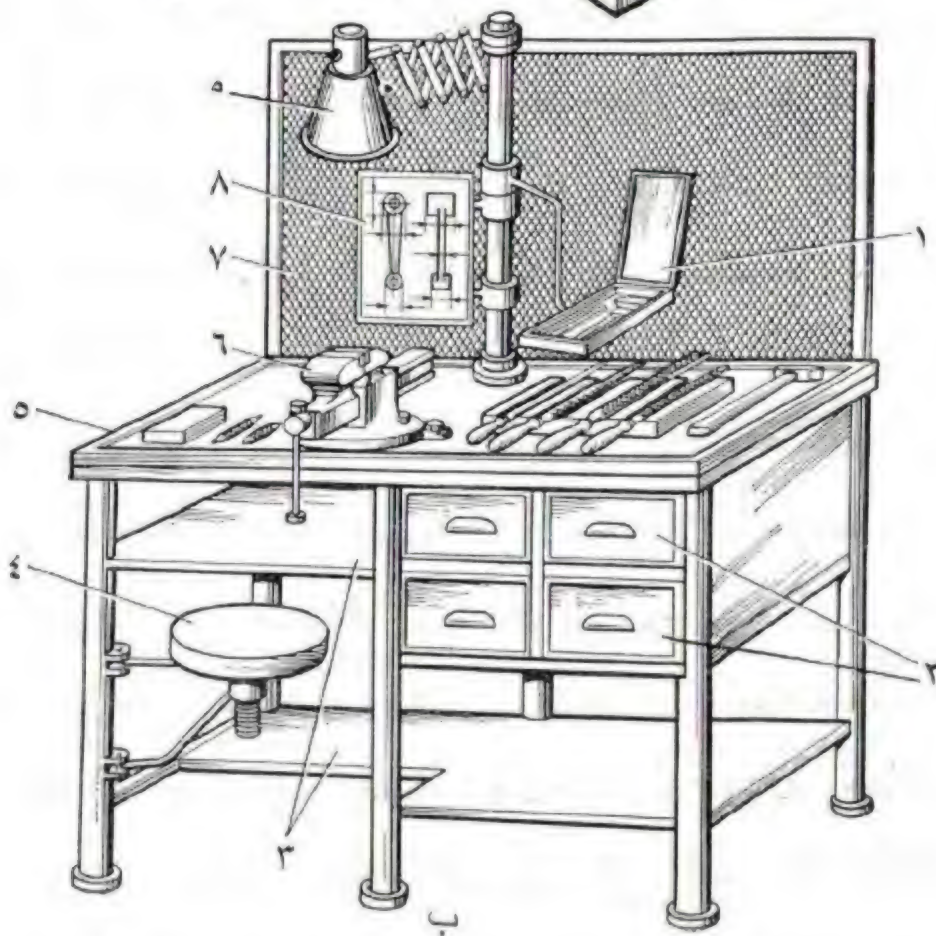
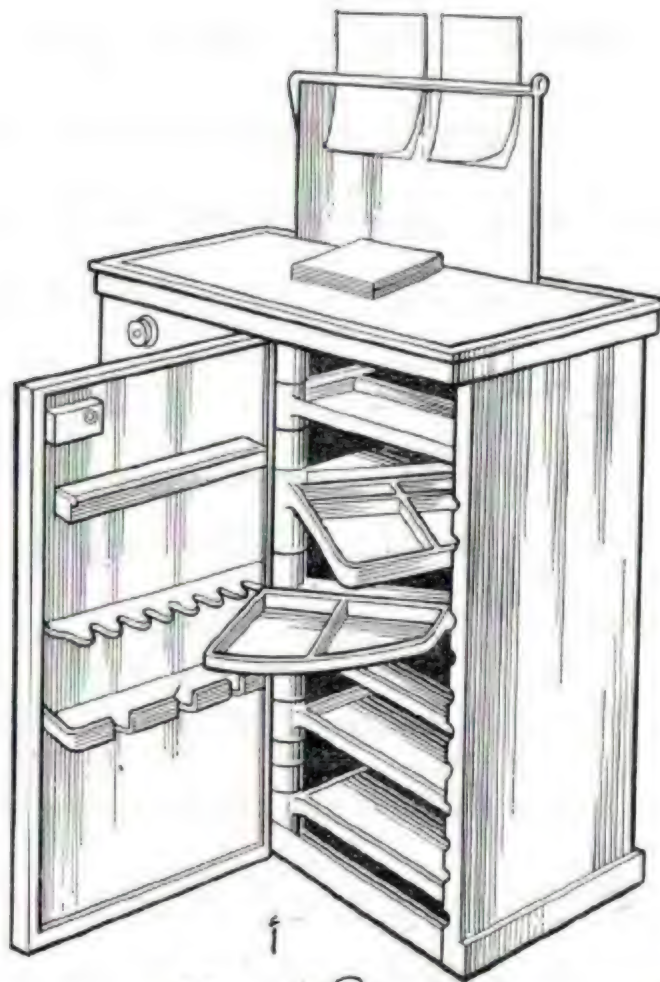
يرد فى هذا الباب وصف مختصر لطرق انجاز اعمال البرادة التى غالبا ما تصادف عند اصلاح المعدات الكهربائية مثل القطع والتجليس والشنى والقص والنشر والتثقيب وتصحيح الثقوب وتوسيعها والقلوطة والكشط والتبييض بالقصدير واللحام .

وعند ضرورة تجهيز قطعة مستقلة او وحدة تجميعية للمعدات الكهربائية الماثلة تحت الاصلاح تجرى مجموعة اعمال البرادة وفقا لتكنولوجيا الاصلاح المتبعة فى المؤسسة المعنية والتى تتحدد بشكل رئيسى بمستوى تزويدها بالمعدات التكنولوجية . وتجرى العمليات التكنولوجية للتصنيع بالبرادة على اربع مراحل فى الاغلب .

يقام فى المرحلة الاولى (التمهيدية) بانجاز وتحضير التجهيزة المطلوبة أو يقام بتصنيع التجهيزة الموجودة مسبقا لاعطائها الشكل والقياسات الضرورية والقريبة من شكل وقياسات القطعة الجاهزة . وفى المرحلة الثانية (الأساسية) يقام بتصنيع التجهيزة حيث يعطى لها الشكل والقياسات الواردة فى الوثائق الهندسية (الرسومات والمخطط التكنولوجى) . فمثلا تضمن الخشونة المطلوبة للسطح المعالج ، وتفتح الثقوب حسب القياسات اللازمة وتقلوظ وهلمجرا . وفى هذه المرحلة من التصنيع يتم تحويل التجهيزة الى قطعة جاهزة . قد تتعرض القطع الجاهزة لمتطلبات اضافية أيضا مثلا : الصلابة الفائقة والمقاومة للصدا والاحتكاك ودقة معالجة السطح وغيرها . ويتم تحقيق هذه الشروط فى المرحلة الثالثة للتصنيع بالبرادة بواسطة التقوية والكشط وغيرها من عمليات البرادة .

الشكل ١ . مخطط العملية الميثالورجية لانتاج الحديد الزهر والصلب والمدرفلات





واما فى المرحلة الرابعة (الختامية) فىجربى اختبار صحة وجودة العمليات التى اجريت فى المراحل السابقة وتجمع القطع الجاهزة فى وحدة تجميعية وتفحص صحة تعامل القطع مع بعضها البعض ويجربى الضبط والتصحيح المطلوبان .

وعند اصلاح المعدات الكهربائىة يضطر الميكانيكى الكهربائى الى انجاز الكثير من عمليات التصنيع بالبرادة بالطريقة اليدوية ذات الانتاجية القليلة والتى تؤدى الى تعب سريع . وإضمان انتاجية العمل العالية وتلافيا لتعب الميكانيكى الكهربائى من الضرورى اعارة انتباه خاص لصحة تنظيم مكان عمله .

## البند ٢ . تنظيم مكان عمل الميكانيكى الكهربائى

يحتوى مكان العمل على معدات انتاجية أساسية وثنائية (مخارط وآليات ووحدات طاقة ومختلف التمديدات) وتجهيزات تكنولوجية وادوات وعدة ضرورية (مناضد تركيب وحدادة ، ورفوف وخزائن وغيرها) .

ويجب ان يكون مكان عمل الميكانيكى الكهربائى مزودا بالوسائل الفنية التى تضمن ظروفًا ملائمة للعمل ، وسلامته ، وتنظيمًا عقلا尼亚 لسير العمل ، والوضع الصحى الطبيعى للعامل ، والترتيب العقلانى والنظام الصارم لحفظ الادوات والعدة والتجهيزات والقطع الجاهزة ، والمحافظة على نظام معين ، ونظافة مكان العمل . ان

---

الشكل ٢ . تجهيز مكان عمل الميكانيكى الكهربائى فى ورشة الاصلاح :

أ - خزانة عدة ، ب - منضدة برادة ؛ ١ - رف لادوات القياس ، ٢ - جوارير ، ٣ - رفوف ، ٤ - كرسى سحب ، ٥ - غطاء المنضدة ، ٦ - ملزمة ، ٧ - شاشة واقية (شبكة من الاسلاك) ، ٨ - لوحة للرسومات ، ٩ - مصباح



تنظيم مكان العمل الذي يرتأيه التنظيم العلمى للعمل يتضمن الانتاجية العالية والتوفير الاقصى لزمان العمل ، والجودة العالية للاصلاح ، والحفاظ على صحة العامل .

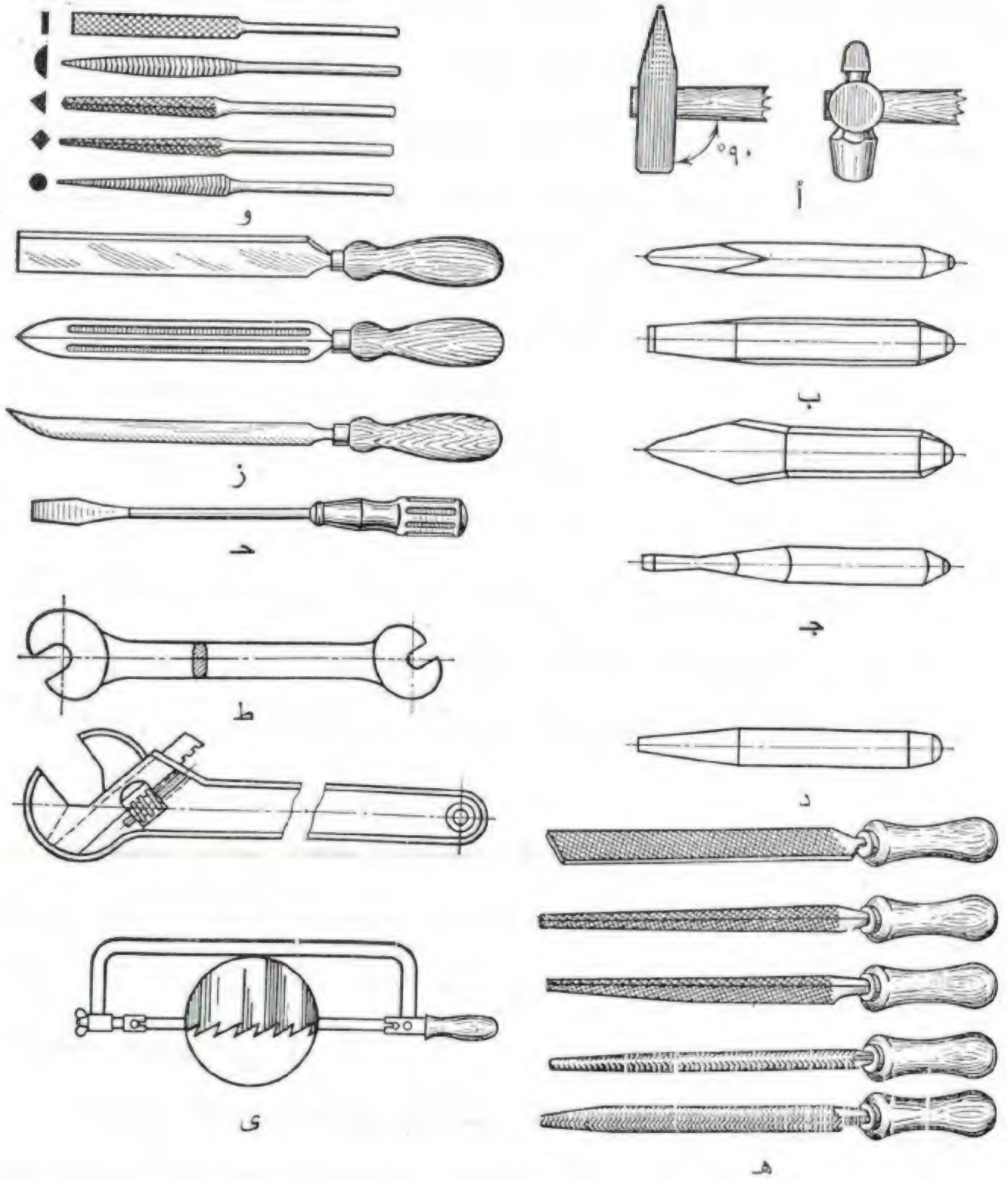
ومن الجائز ان يقام مكان عمل الميكانيكى الكهربائى قرب المعدات الكهربائية الماثلة للاصلاح او فى الورشة الكهربائية للمؤسسة . ويقام بتنظيم مكان العمل قرب المعدات الكهربائية الماثلة للاصلاح عند اصلاح محول قوى ضخمة (او مكينة كهربائية) من المستحيل او من غير المناسب نقله لسبب ما الى ورشة الاصلاح . وفى هذه الحالات تصبح ساحة الاصلاح المعزولة عن بقية المعدات والمزودة بكل ما يلزم لانجاز مجموع اعمال الاصلاح بامان مكانا مؤقتا لعمل الميكانيكى الكهربائى .

ان مكان عمل الميكانيكى الكهربائى الذى يقوم باعمال البرادة المتعلقة باصلاح قطع ووحدات تجميعية غير كبيرة نسبيا (بالقياسات والكتلة) هو قطعة من مساحة ورشة الاصلاح مزودة بخزانة عدة (الشكل ٢ ، أ) ومنضدة برادة (الشكل ٢ ، ب) . ويقوم الميكانيكى الكهربائى بانجاز عمليات البرادة لاصلاح المعدات الكهربائية بواسطة ادوات برادة (الشكل ٣) وادوات قطع المعادن (الشكل ٤) وادوات القياس (الشكل ٥) .

ادوات البرادة . يتكون طقم ادوات البرادة الاساسية من مطارق (شواكيش) وازاميل مختلفة ومساليط ومبارد ومكاشط ومفكات ومفاتيح صواميل ومناشير معادن .

تصنع مطارق البرادة من الصلب (الشكل ٣ ، أ) بوزن ٤٠٠ - ٨٠٠ غم وبمقبض من خشب الاشجار ذات الصنف القاسى والمرن .





### الشكل ٣ . طقم ادوات البرادة الاساسية :

- أ- مطارق (برؤوس مربعة ومستديرة) ، ب - ازميل ، ج - ازميل حفري ،  
د - ازميل ثقب ، هـ - مبارد (مسطح ومربع ومثلث ومستدير ونصف مستدير) ،  
و - مبارد ابرية ، ز - مكاشط (مسطح ، مزدوج ، ثلاثي الاضلاع) ، ح - مفك ،  
ط - مفاتيح صواميل (بقياس واحد ومتحركة) ، ي - منشار معادن

ولانجاز اعمال التأشير تستخدم مطارق خاصة بالتأشير توجد لها فى القسم الموسع فتحات نافذة مركبة فيها عدسة مكبرة ومقبض مجوف . وتسمح العدسة بتمييز شروطات التأشير بدقة واما المقبض المجوف فيمكن استخدامه لحفظ الادوات الصغيرة (مسمار تأشير وابرة تعليم وغيرها) . وتستخدم عند اعمال التجميع بالاضافة الى المطارق من الصلب ، مطارق خشبية واخرى بحشوات من المعادن اللدنة (النحاس والرصاص وغيرها) .

تصنع الازاميل القاطعة (الشكل ٣ ، ب) بطول ١٥٠ - ٢٠٠ مم وبعرض جزء التشغيل ١٠ - ٢٠ مم من الصلب الكربونى وغيره وتقسى الازاميل بالمبرد وتفحص درجة التقسية بامرار المبرد على جزء التشغيل فاذا بقيت عليه شروطات صغيرة وحسب ، تعتبر التقسية مرضية . وتستخدم الازاميل لتقطيع المعادن ولقص التباشيم عند فك التوصيلات التبشيمية .

تصنع ازاميل الحفر (الشكل ٣ ، ج) من نفس الصلب الذى تصنع منه الازاميل السابقة وتستخدم لحفر قنوات ضيقة (بعرض حتى ١٠ مم) ، مثلاً قناة لمفتاح مانع على نهاية عمود دوران المحرك الكهربائى .

تصنع ازاميل الثقب (الشكل ٣ ، د) من الصلب الكربونى وغيره وتستخدم لفتح ثقب غير واسعة (بقطر حتى ٥ مم) فى صفائح الصلب الرقيقة (بسمك حتى ٣ مم) وكذلك لجمع الفتحات فى القطع التى توحد ببراغى او تباشيم ، ولطرد التباشيم ومسامير الوصل ذات العيوب .

تصنع المبارد (الشكل ٣ ، هـ) بطول ١٠٠ - ٤٠٠ مم من الصلب الكربونى وكذلك من الصلب المخلوط بالكروم . وتقسم



المبارد لأعمال البرادة العامة حسب عدد الشرطات في السنتيمتر الواحد من طولها إلى ٦ قياسات : صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ .  
وتستخدم المبارد ذات القياسين صفر و ١ للمعالجة الخشنة للسطوح  
وأما ذات القياس ٢ فهي للبرد النظيف للقطعة حيث لا يزيد سمك  
طبقة المعدن المزالة عن ٠,١ - ٠,٣ مم وأما ذات القياسات  
٣ و ٤ و ٥ فهي مخصصة لازالة طبقة من المعدن لايزيد سمكها  
عن ٠,٢٥ - ٠,٠٥ مم وللتشطيبات النهائية للقطع التي تتطلب  
معالجة سطوحها بمنتهى الدقة .

تقسم المبارد حسب شكل المقطع العرضي لها إلى ٦ مجموعات :  
مسطحة ومربعة ومثلثة ومستديرة ونصف مستديرة ومعينية . وعلاوة على  
ذلك تنتج مبارد لأغراض خاصة . وتوجد كذلك مبارد يدوية وأخرى  
خاصة بالمكينات .

عند اصلاح المعدات الكهربائية تستعمل أكثر من غيرها  
المبارد المسطحة والمثلثة والنصف مستديرة والمستديرة . وأما برد  
السطوح الصغيرة التي تتطلب نظافة متناهية في المعالجة فيتم بواسطة  
مبارد صغيرة - ابرية (الشكل ٣، و) .

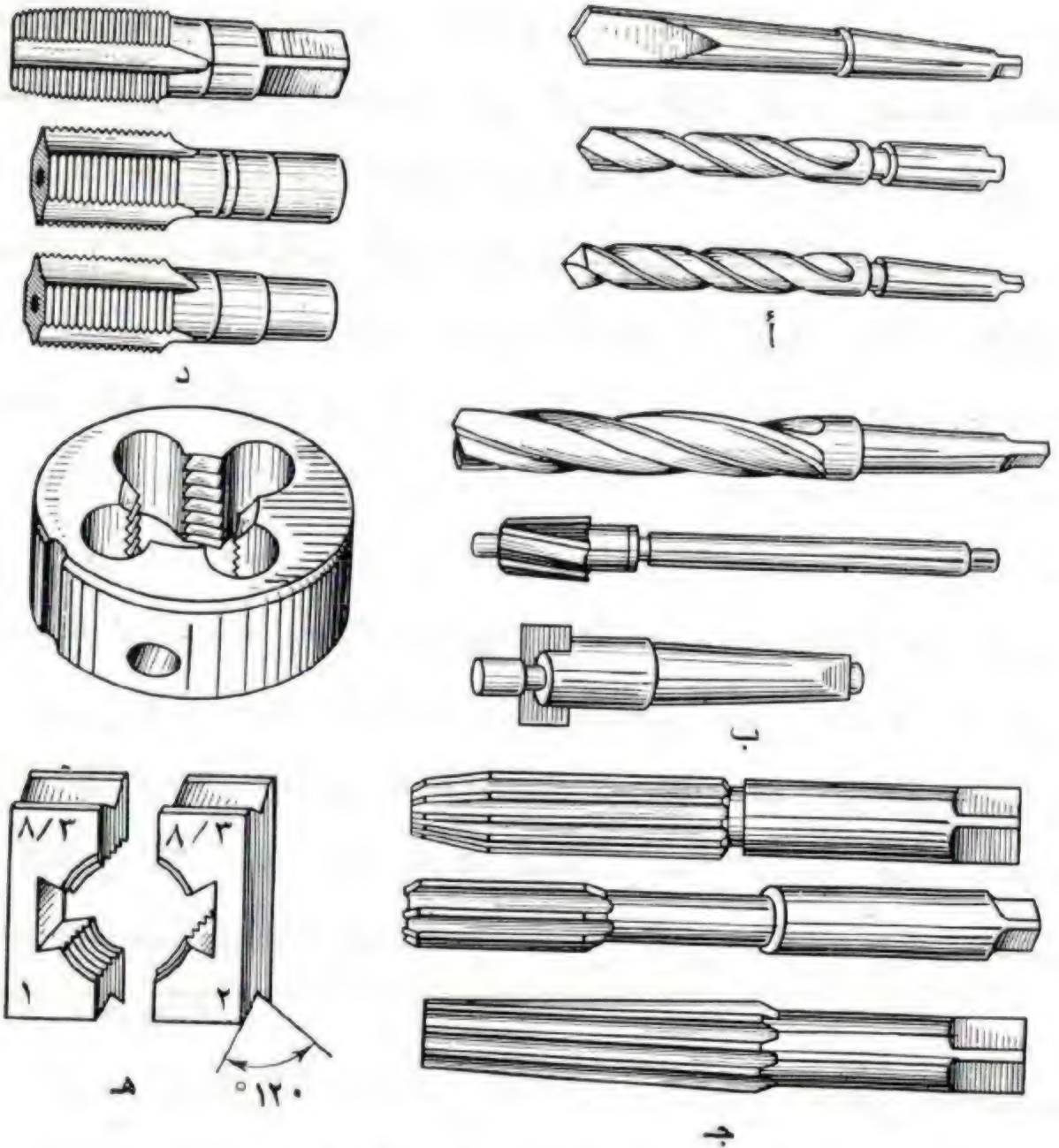
أما المكاشط (الشكل ٣، ز) التي تصنع من الصلب الكربوني  
مع التقسية اللاحقة فهي عبارة عن قضبان معدنية بأطوال مختلفة ذات  
جزء تشغيل (قاطع) حاد بأشكال مسطحة أو نمطية أو ثلاثية  
الاضلاع . وهي تستخدم في الأساس لمعالجة سطوح القطع  
وذلك بالكشط عنها طبقة رقيقة من المعدن بسمك (٠,٠٠٥ -  
٠,٠٠٧ مم) عند كل كشطة لضمان الضبط الأفضل للقطع  
المتقارنة . وتدعى عملية البرادة هذه بالكشط . وتجرى عملية  
الكشط بعد المعالجة النظيفة للسطوح .



والمفكات (الشكل ٣، ح) تصنع من الصلب (ماركة ٣) مع التقسية اللاحقة لجزء التشغيل (اللسين) بطول ١٠ - ١٥ مم وتستخدم عند فك وتجميع المعدات الكهربائية التي تتصل قطعها ووحداتها التجميعية ببعضها ببراغى او بمسامير مقلوطة ذات شق فى رؤوسها .

مفاتيح الصواميل (الشكل ٣، ط) تقسم الى : ذات القياس الواحد (بطرف او بطرفين) والمتحركة والخاصة . وتنسب الى الاخيرة المفاتيح الطرفية المستقيمة او المنحنية الشكل . وتستخدم مفاتيح الصواميل لفك او ربط (شد) الصواميل والبراغى عند فك وتجميع القطع والوحدات التجميعية للمعدات الكهربائية الجارى اصلاحها والتي لها وصلات ذات براغى.

مناشير المعادن اليدوية تستخدم (الشكل ٣، ي) لقص الصفائح المعدنية السميكة والمعادن ذات المقاطع المشكلة وكذلك لفتح قنوات وشقوق ولقص وتقطيع التجهيزات . ويتكون المنشار من هيكل (اطار) بمقبض وبرغى شد بصمولة مجنحة . وتكون هياكل المناشير من قطعة واحدة ، الا انها تكون متحركة فى الاغلب حيث تسمح بتركيب اشربة النشر بمختلف الاطوال . وشريط النشر هو عبارة عن صفيحة رقيقة وضيقة من الصلب بسمك (٠,٦٥ - ٠,٨ مم) وبعرض (١٢ - ١٦ مم) بثقبين او بمسمارى توصيل على طرفيها بغرض تثبيت شريط النشر فى الهيكل (الاطار) . ولشريط النشر اسنان على احد الضلعين (الحدين) حيث تشكل الجزء القاطع للمنشار . وتكون اسنان شريط النشر (ترى فى الشكل مكبرة) منفرجة وذلك حتى يكون عرض القطاع اكبر قليلا من سمك شريط النشر لتجنب اسفنة الشريط فى القطاع الحاصل عند قص المعادن .



الشكل ٤ . طقم ادوات قطع المعادن :

أ- مثاقب تخريم (ريشة ولولبية) ، ب- مثاقب تصحيح (من قطعة واحدة وغلافية وملقمة بسكين) ، ج- مثاقب توسيع (يدوية اسطوانية وآلية اسطوانية ومخروطية) ، د- مقلوظات ذكر ، هـ- مقلوظات انثى (دائري من قطعة واحدة ومربع متحرك)

ادوات قطع المعادن. تستخدم عند اصلاح المعدات الكهربائية  
مختلف الادوات القاطعة للمعادن لانجاز الكثير من عمليات البرادة  
وفي الدرجة الاولى مثاقب التخريم ومثاقب التصحيح والتوسيع  
ومقلوظات ذكر وانثى .

مثاقب التخريم (الشكل ٤ ، أ) . تصنع مثاقب التخريم من



الصلب الكربونى المخلوط بالكروم وسريع القطع الخاص بصنع  
الادوات ، وتستخدم للحصول على ثقب قليلة الغور وعميقة ونافذة  
ليست بدرجة عالية من الدقة ، وبنعومة ليست من الدرجة الاولى ،  
وكذلك لاجراء عمليات التصحيح والتنظيف والقلوطة .

وتقسم مثاقب التخریم حسب تكوينها الى لولبية بسيقان اسطوانية  
او مخروطية الشكل ، وريشية . وتصنع المثاقب اللولبية ذات السيقان  
الاسطوانية بقطر حتى ٢٠ مم ، واما ذات السيقان المخروطية فبقطر  
من ٦ الى ٨٠ مم . وتقسم المثاقب اللولبية حسب اتجاه القنوات  
الحلزونية الى يمينية (القناة موجهة بخط حلزوني بارتفاع من اليسار  
الى اليمين واما حركة المثقب اثناء التشغيل فهي باتجاه معاكس  
لحركة عقارب الساعة) ويسارية (القناة موجهة بخط حلزوني بارتفاع  
من اليمين الى اليسار واما حركة المثقب اثناء التشغيل فهي باتجاه  
حركة عقارب الساعة) وتستخدم بشكل كبير مثاقب ريشية ذات  
سيقان مخروطية .

تصنع المثاقب الريشية من الصلب الكربونى الخاص بالادوات  
واما اللولبية فكذلك من الصلب المخلوط بمعادن اخرى والسريع  
القطع . واكثر المثاقب اللولبية شيوعا هي المصنوعة من الصلب  
السريع القطع . وتستخدم لصنع المثاقب فى الوقت الحاضر  
سبائك صلبة من السيراميك المعدنى .

مثاقب التصحيح (الشكل ٤ ، ب) . توجد منها ثلاثة انواع  
حسب تكوينها : من قطعة واحدة ، وغلافية ، وملقمة بسكين .  
وتوجد لمثاقب التصحيح من نوع القطعة الواحدة ذات الساق  
المخروطية ثلاث او اربع حواف قاطعة وتستخدم لمعالجة ثقب  
بقطر من ١٠ الى ٤٠ مم . واما مثاقب التصحيح الغلافية فتستخدم

عند ضرورة معالجة ثقب بقطر ٣٢ مم وأكثر . ويتم توحيد مثقب التصحيح الغلافى مع الاطار الحامل بواسطة نتوء على الاطار وتقوير على طرف المثقب . واما تثبيت مثاقب التصحيح فى عمود دوران الممكنة فهو مماثل لتثبيت مثاقب التخريم .

مثاقب التوسيع (الشكل ٤ ، ج) . تستخدم للمعالجة النظيفة للفتحات المثقوبة حيث يتم تحقيق دقة عالية وخشونة ادنى للسطح . وتنجز عملية البرادة هذه المسماة بتوسيع الثقوب يدويا او على مكينات (التثقيب والخراطة) .

وتدعى مثاقب التوسيع المستخدمة للتوسيع اليدوى للفتحات بالمثاقب اليدوية واما للتوسيع بالمكينات فتدعى بالمثاقب الآلية . وتتميز مثاقب التوسيع اليدوية عن الآلية بكون الجزء التشغيلى فيها اطول . وتتكون مثاقب التوسيع اليدوية والآلية من الجزء التشغيلى والعنق والساق . ويحتوى الجزء التشغيلى على الجزئين القاطع (الآخذ) والمحدد للقياس . ويقوم الجزء القاطع بازالة برادة المعدن من العلاوة المتروكة للتوسيع ، واما الجزء المحدد للقياس فيوجه مثقب التوسيع اثناء التشغيل ويقوم بتعيير الفتحة .

وتقسم مثاقب التوسيع حسب اتجاهات القنوات الحلزونية الى يمينية ويسارية . ويتم صنعها بقنوات مستقيمة وحلزونية (لولبية) . وتصنع مثاقب التوسيع بمجموعات من قطعتين او ثلاث . وفى المجموعة المكونة من قطعتين يوجد مثقب واحد تمهيدى وآخر تنظيفى . واما فى المجموعة المكونة من ثلاث قطع ، يكون المثقب الاول للمعالجة الخشنة (للتقشير) والثانى نصف تنظيفى والثالث تنظيفيا يعطى للفتحة القياسات والنعومة المطلوبة .

ويدار مثقب التوسيع اليدوى بواسطة مفتاح صمولة (ملوى)



يلبس على الطرف المربع لساق المثقب ، واما الآلى فبواسطة عمود دوران الممكنة .

المقلوظات الذكر (الشكل ٤ ، د) . تستخدم لقلوطة السطوح الداخلية للفتحات الاسطوانية . وتوجد منها اليدوية والآلية ونصف الآلية. ويتكون المقلوظ الذكر من الجزء التشغيلي والساق . ويحتوى الجزء التشغيلي على الجزئين التاليين : الآخذ (القاطع) ومحدد القياس . ويقوم الجزء الآخذ بالقلوطة واما المحدد للقياس فيوجه المقلوظ الذكر فى الفتحة الجارى قلوظتها ويقوم فى الوقت ذاته بتعييرها . ويكون ساق المقلوظ الذى ينتهى بمربعة لتثبيته فى مفتاح الصواميل (الملوى) واما الساق بلا مربعة فلتثبيته فى الطرف .

وتنتج المقلوظات الذكر بمجموعات من قطعتين او ثلاث قطع . وتتألف المجموعة المكونة من قطعتين من مقلوظ خشن وآخر تنظيفى واما المجموعة المكونة من ثلاث قطع فيكون فيها مقلوظ اضافى (متوسط) . ويتم تمييز المقلوظات حسب الخدوش الدائرية (الحلقية) الموجودة على سيقانها : للمقلوظ الذكر الخشن خدش حلقى واحد وللمتوسط حلقتان وللتنظيفى ثلاث حلقات . وتدل هذه الحلقات كذلك على تعاقب استعمالها عند القلوطة .

وتنتج المقلوظات الذكر اليدوية للقلوطة المترية والانشية (البوصية) فى مجموعة من قطعتين للقلوطة بخطوة حتى ٣ مم ومن ثلاث قطع للقلوطة بخطوة اكثر من ٣ مم .

المقلوظات الانثى (الشكل ٤ ، هـ) . تستخدم للقلوطة الخارجية للقضبان الاسطوانية ، وتوجد منها حسب التصميم : الدائرية والمشقوقة والمتحركة (المتباعدة) . وقد تكون المقلوظات الدائرية (فاتحات الاسنان) من قطعة واحدة او مشقوقة . وللقلوطة يدوبا

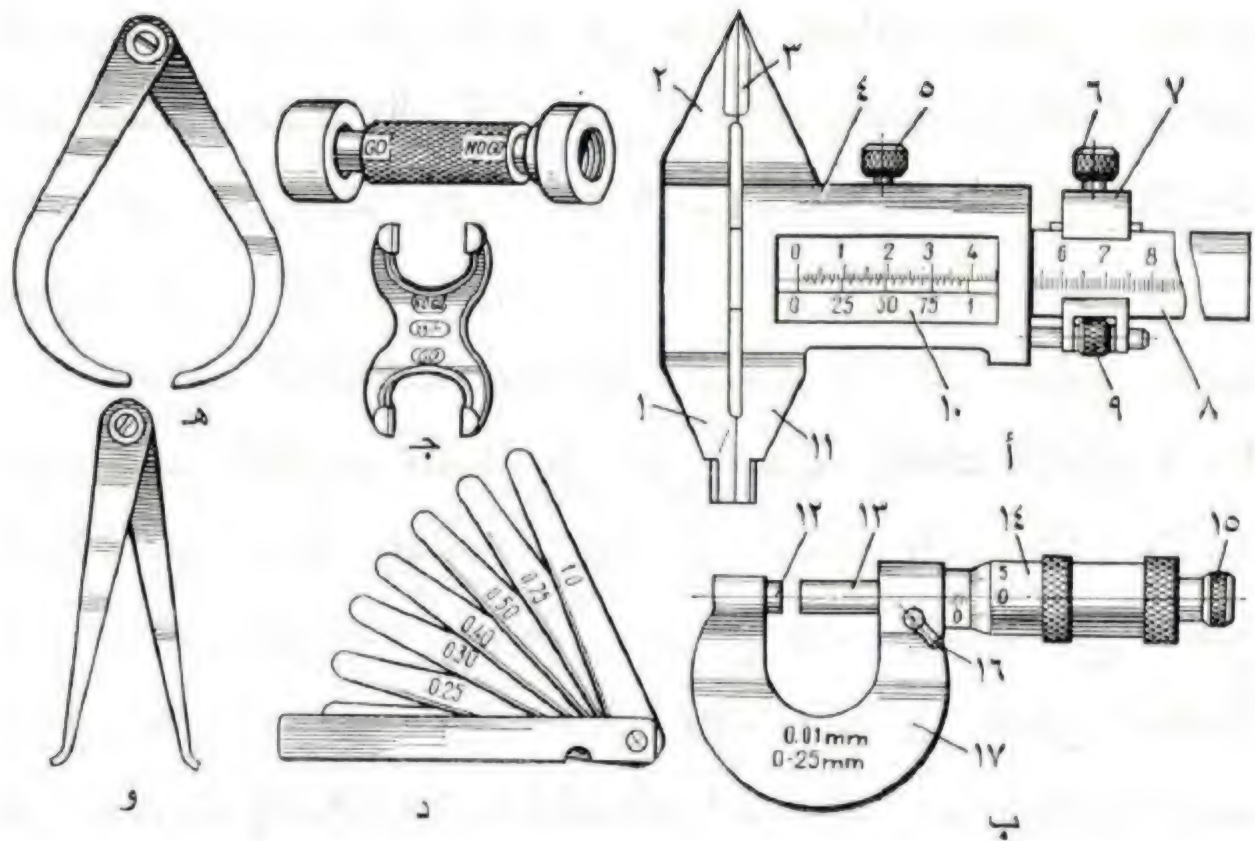
بالمقلوظ الدائرى يقام بتثبيته فى مفتاح صواميل خاص . وتتميز  
المقلوظات المشقوقة (الزنبركية) عن الأخرى بكونها من قطعة واحدة  
وبشق غير كبير بعرض (٠,٥ - ١,٥ مم) يسمح بضبط قطر القلاووظ  
بحدود ٠,١ - ٠,٢٥ مم .

وتتكون المقلوظات المتحركة (الموشورية) من نصفين حيث  
يكون قياس القلاووظ منقوشا على كل نصف، وكذلك الرقمان ١ و ٢  
الدالان على اصول وصحة تثبيتهما فى الوسيلة (المساكة) . وتتكون  
المساكة من اطار مائل ومقبضين وبرغى شد . وتوجد على السطح  
داخل اطار المساكة نتوءات فى الزوايا، واما على نصفى المقلوظ  
فتوجد قنوات (شقوق) ملائمة لتلك النتوءات حيث يتم بواسطتها تركيب  
نصفى المقلوظ فى نتوءات اطار المساكة ومن ثم تثبيتهما بواسطة  
برغى الشد . وتصنع المقلوظات المتحركة للقلاوطة المترية والانشية  
والخاصة بالمواسير .

ادوات القياس . يتطلب صنع ومعالجة التجهيزات والقطع للمعدات  
الكهربائية الجارى اصلاحها مراعاة دقة معينة لعدة قياسات حيث  
تتم بأخذ مختلف المقاسات بواسطة ادوات القياس . وتستخدم فى  
ممارسة الاصلاح العملية عند التأشير (التعليم) والمعالجة والتصنيع  
للتجهيزات والقطع بشكل رئيسى ورنيات وميكرومترات ومحددات  
قياس (كاليبرات) ومقاييس تحسس وبراجل ومقياس للاقطار  
الداخلية .

الورنيات (الشكل ٥، أ) هى من اكثر ادوات القياس الجامعة  
الاغراض انتشارا حيث تسمح بدرجة عالية من الدقة باخذ قياسات  
داخلية وخارجية متباينة (القطر والطول والسمك والعمق) . ويوجد





الشكل ٥ . أدوات قياس لأعمال البرادة :

أ- ورنية ، ب- ميكرومتر ، ج- محددات قياس ثنائية الاطراف (كاليبر - سدادة وكاليبر - قوس) ، د- مقاييس تحسس شريحية ، هـ- برجل ، و- مقياس للاقطار الداخلية ؛ ١ و ٢ - الشفتان السفلية والعلوية الثابتان ، ٣ و ١١ - الشفتان العلوية والسفلية المتحركتان ، ٤ - اطار الورنية ، ٥ و ٦ - براغي إيقاف الاطار مع الورنية والجهاز الميكرومترى ، ٧ - اطار الجهاز الميكرومترى ، ٨ - قضيب ، ٩ - برغى تحريك ميكرومترى ، ١٠ - ورنية ، ١٢ - كعب ، ١٣ - برغى ميكرومترى ، ١٤ - اسطوانة ، ١٥ - طقطقة ، ١٦ - موقف ، ١٧ - قوس

على القضيب ٨ للورنية مدرج مقسم بالمليمترات وعلى الاطار المتحرك ٤ توجد الورنية ١٠ المخصصة لتحديد الاجزاء اى المقدار الكسرى لقيمة بنط القضيب . ويشكل مقدار العد على الورنية ٠,٠٥ مم ولذلك يمكن اعتبار الورنية كأداة للقياس ذات دقة عالية . ويوجد للورنية زوجان من الشفاه حيث يستخدم الزوج السفلى منهما (١ و ١١) لاختد القياسات الداخلية واما الزوج العلوى (٢ و ٣)

فلاخذ القياسات الخارجية . وعند اخذ القياسات الداخلية تتوجب  
اضافة سمك الشفاه السفلية المشار على احداها الى عدد الملمترات  
المحسوبة على القضيب المدرج . ولزيادة دقة العد يقام بوضع  
الاطار المتحرك بالنسبة للقضيب بواسطة آلية التحريك الميكرومترى .  
الميكرومترات . تستخدم لاختد القياسات الخطية بطريقة  
التلامس بدقة تصل الى ٠,٠١ مم . وتقوم الصناعة بانتاج الميكرومترات  
(الشكل ٥ ، ب) بمجال قياسات من صفر وحتى ٦٠٠ مم .  
وتوجد ميكرومترات لقياس الصفائح والشرائط وسماكات جدران  
الانابيب والمستننات ولقياس القلاووظ المترى والانشى .

محددات القياس (الكاليفرات) (الشكل ٥ ، ج) هي عبارة  
عن ادوات قياس غير مدرجة يمكن بواسطتها تحديد مدى انحراف  
مختلف المقاسات ، مثلا الاقطار الداخلية والخارجية وارتفاع وطول  
القطع والمسافات بين مراكز دوائر الفتحات وغيرها . ولا يقام  
بواسطة الكاليفرات بتحديد القيمة العددية للمقادير المقاسة بل صحة  
المقاسات الواقعية المحدودة بالانحرافات النهائية اى صلاحية القطعة  
الجارى فحصها . ويجرى عند اصلاح المعدات الكهربائية فحص  
صلاحية القطع الجارى اصلاحها والتي يجرى تصنيعها والجاهزة  
منها فى العديد من الحالات بواسطة الكاليفر - قوس والكاليفر -  
سدادة .

وتستخدم الكاليفرات - قوس مثلا لفحص اقطار المحاور التى  
تصنع للمكنات الكهربائية الجارى اصلاحها . وتتكون من جزئين :  
الاول النافذ الذى ينجز طبقا للمقاس الاكبر النهائى ويحيط بالمحور  
بلاصعوبة ، والثانى الغير نافذ الذى ينجز طبقا للمقاس الاصغر  
النهائى للمحور ولذا فانه لا يحيط به .



وتستخدم الكاليفرات - سدادة لفحص اقطار الفتحات فى المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها وكذلك فى القطع الجارى تصنيعها لها . ويكون المقاس المقدر للجهة النافذة للكاليفر - سدادة هو المقاس الاصغر النهائى للفتحة ، وأما مقاس الجهة الغير نافذة فهو المقاس الاكبر النهائى للفتحة . وعند فحص قطر الفتحة يجب ان تدخل الجهة النافذة للسدادة فى الفتحة بقليل من الجهد واما الجهة الغير نافذة فلا يجب ان تدخل فيها . ومن السهولة تمييز الجهة النافذة عن الغير نافذة للكاليفر - سدادة لكون الاولى اطول من الثانية .

مقاييس التحسس (الشكل ٥ ، د) تتكون من طقم شرائح رقيقة من الصلب وهى من اجل قياس قيم الخلوص بين السطوح المتقارنة . ويستخدم لقياس قيم الخلوص الصغيرة (حتى ١,٥ مم) مقياس تحسس ذو شرائح بسمك من ٠,٠٥ الى ١ مم ، ولقيم الخلوص الكبيرة - تستخدم مقاييس تحسس خاصة .

البراجل (الشكل ٥ ، هـ) تستخدم لمقارنة اقطار القطع والمقاسات الاخرى بالقياسات المأخوذة بمسطرة مدرجة او بمقياس طرفى او بالكاليفر .

واما مقياس الاقطار الداخلية (الشكل ٥ ، و) فيستخدم لاختد القياسات الخطية الداخلية ، ولها اسم آخر - ميكرومتر داخلى . ولانجاز اعمال البرادة عند اصلاح المعدات الكهربائية فى الورشات الكهربائية للمؤسسات الكبرى وفى مصانع الاصلاح الكهربائى تستخدم بشكل واسع بالاضافة للادوات التى جرى استعراضها اعلاه مكينات تصنيع المعادن (مكينات الثقيب والتفريز والقشط والجلخ وغيرها) وادوات تعمل بالكهرباء لمختلف الاغراض وادوات قياس معقدة من ضمنها المؤشرات والميكرومترات الداخلية ذات المؤشرات وغيرها .

وعند استخدام مكينات وآليات وادوات قياس دقيقة فى الممارسة العملية للاصلاح يتم ضمان فعالية كبيرة لعمل الميكانيكى الكهربائى وكذلك تحقيق ادنى تفاوت مسموح ودرجة عالية لنعومة سطوح القطع الجارى معالجتها .

### البند ٣ . معلومات أساسية عن التفاوت المسموح والتجليس والنعومة ( الخشونة )

تتميز قابلية الاستبدال للقطع والوحدات التجميعية باهمية خاصة فى الانتاج العصرى .

وقابلية الاستبدال هى امكانية تركيب او تبديل القطع والوحدات التجميعية خلال عملية التجميع بدون ضبط مسبق مع المحافظة على جميع الشروط المقدمة ويمكن استبدال القطع والوحدات التجميعية بعضها ببعض فقط حينما تكون متشابهة ومتساوية بالابعاد والشكل والمتانة وكذلك بالخواص الكيميائية والكهربائية وغيرها .

وتسمح قابلية الاستبدال بتركيب القطع والوحدات التجميعية المتواجدة والمتماثلة من حيث التركيب والغرض والمعطيات الفنية وذلك عوضا عن القطع المعطوبة فى مصانع الاصلاح الكهربائى والورشات الكهربائية .

ولا يمكن ان تكون مقاسات القطع والوحدات التجميعية دقيقة بشكل مثالى ، اى بدون انحرافات . ولذا يقام مسبقا بوضع حدود تعين بمقاسين نهائين لكل سطح من السطوح المتقارنة :

باكبر مقاس مسموح (  $D_{big}$  أو  $d_{big}$  )

وباصغر مقاس مسموح (  $D_{sm}$  أو  $d_{sm}$  ) .



ويسمى الفرق بين اكبر واصغر مقاسين نهائيين بالتفاوت المسموح ويشار اليه بالرمز  $IT$  ، حيث ان :

$$IT = D_{big} - D_{sm} \text{ للفتحات (لثقوب) ، و } IT = d_{big} - d_{sm}$$

لعمود المحور .

ويحدد الانحراف النهائي العلوى ( $ES$  - للثقب ،  $es$  - لعمود المحور) كالفرق بين المقاس النهائي الاكبر ( $D_{big}$  ،  $d_{big}$ ) والمقاس المقدّر النهائي ( $D_{nom}$  ،  $d_{nom}$ ) :

$$ES = D_{big} - D_{nom}; \quad es = d_{big} - d_{nom}$$

ويستخرج الانحراف النهائي السفلى ( $EI$  ;  $ei$ ) كالفرق بين المقاس النهائي الاصغر والمقاس المقدّر النهائي :

$$EI = D_{sm} - D_{nom}; \quad ei = d_{sm} - d_{nom}$$

وهناك تحديد ثانى للتفاوت المسموح - الا وهو الفرق بين الانحرافين العلوى والسفلى للمقاس :  $IT = ES - EI$  (لثقوب) و  $IT = es - ei$  (لعمود المحور) .

وسيكون الانحراف ايجابيا (اي زائدا) اذا كان المقاس اكبر من المقدّر ، وسلبيا (اي ناقصا) اذا كان اصغر من المقدّر . ويدعى بالمقدّر ذلك المقاس الذى تحدد بالنسبة له المقاسات النهائية والذى يستعمل كبداية لحساب الانحرافات . ولذا فان خط المقاس المقدّر يكون بالنسبة للانحرافات صفريا ، والانحرافات الواقعة اعلاه تكون ايجابية واما الواقعة اسفله فهي سلبية .

وتدعى التوصيلة التى يتم عندها تداخل القطع او الوحدات التجميعية جزئيا او كليا بالتقارن . ويجب ان تكون القطع او الوحدات

التجميعية المتقارنة متميزة بالدرجة اللازمة من الدقة التي تحدد بالكواليتيه .

والكواليتيه هو نظام معد بواسطة الكواليمتريا \* للتفاوتات المسموحة والملائمة لدرجة الدقة الواحدة لجميع المقاسات المقدرة . والتفاوت المسموح يبين عدم الدقة التي يسمح عندها بانجاز المقاس المقدر . وللحيلولة دون القيام باعداد الكواليتيه لكل مقاس مقدر فقد تم وضع تقسيم (تدريج) مجال المقاسات باكماله الى فواصل . وكلا الانحرافين النهائيين فى هذا الكواليتيه متشابهان بداخل كل فاصل ولجميع المقاسات المقدرة . ومجال المقاسات حتى ٥٠٠ مم مقسم الى المسلسل التالى من الفواصل : حتى ٠,١ ؛ ٠,١ - ٠,٣ ؛ ٠,٣ - ١ ؛ ١ - ٣ ؛ ٣ - ٦ ؛ ٦ - ١٠ ؛ ١٠ - ١٤ ؛ ١٤ - ١٨ ؛ ١٨ - ٣٠ ؛ ٣٠ - ٥٠ ؛ ٥٠ - ٨٠ ؛ ٨٠ - ١٠٠ ؛ ١٠٠ - ١٨٠ ؛ ١٨٠ - ٢٥٠ ؛ ٢٥٠ - ٣١٥ ؛ ٣١٥ - ٤٠٠ ؛ ٤٠٠ - ٥٠٠ مم . فمثلا الفاصل من ١٠ وحتى ١٤ مم يشمل المقاسات المقدرة ١٠,٥ ؛ ١١ ؛ ١١,٥ ؛ ١٢ ؛ ١٣ ؛ ١٤ مم ومن ١٤ الى ١٨ مم يشمل ١٥ ؛ ١٦ ؛ ١٧ ؛ ١٨ مم .

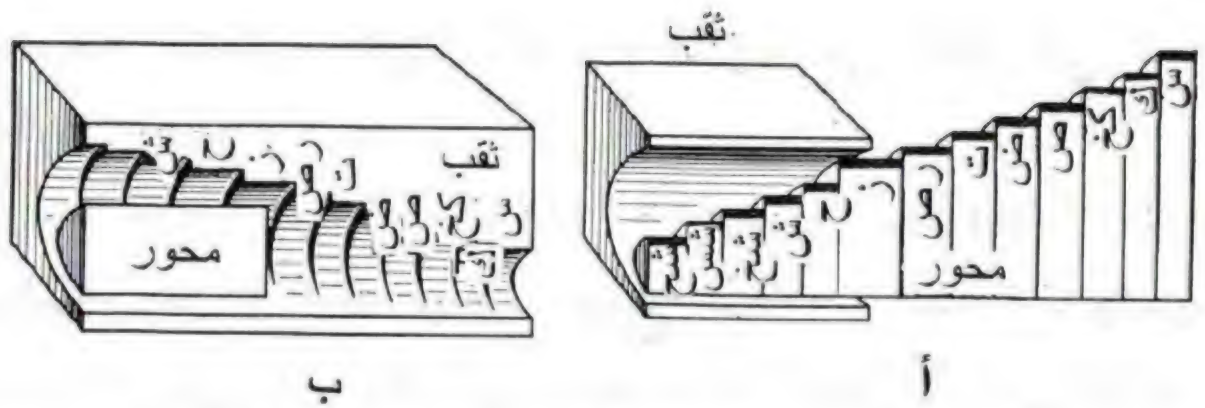
وقد يكون اقتران قطعتين او وحدتين تجميعيتين متحركا او ثابتا . وتحدد طبيعة اتحادهما بالتجليس الذى يضمن بهذا القدر او ذاك حرية الانتقال (التحرك) النسبى للقطع المركبة الواحدة بداخل الاخرى او احكام اتحادهما الثابت .

ويدعى احد السطحين المتلامسين للقطعة الجارى توحيدها بالحاضن واما مقاسه فيدعى ايضا بالحاضن ، ويدعى السطح

---

\* الكواليمتريا - اتجاه علمى يوحد الاساليب الكمية لتقدير النوعية . واحدى المهمات الأساسية للكواليمتريا هى تحليل قائمة مؤشرات النوعية واعداد اساليب تحديدها .





الشكل ٦ . مخططات توزيع التجاليس في نظام الثقب (أ) والمحور (ب) الآخر ومقاسه بالمحضون . ويدعى السطح الخاضع للجسام المستديرة «بالثقب» والسطح المحضون «بالمحور» .

وقد يكون التجاليس في نظام «الثقب - المحور» بخلوص (بفرجة) او بصعوبة (باستعصاء) . ويحدد الخلوص كالفرق الايجابى (الزائد) بين مقاسى الثقب والمحور (مقاس الثقب اكبر من مقاس المحور) . وهذا الخلوص قد يكون الاكبر او الاصغر . ويدعى بالخلوص الاكبر الفرق بين المقاس النهائى الاكبر للثقب والمقاس النهائى الاصغر للمحور ، واما الخلوص الاصغر فهو الفرق بين المقاس النهائى الاصغر للثقب والمقاس النهائى الاكبر للمحور .

واما الصعوبة فتحدد كالفرق السالب (الناقص) بين قطرى الثقب والمحور قبل تجميع القطع والذى يشكل بعد التجميع اتحادا ثابتا . وقد تكون الصعوبة هى الكبرى او الصغرى . ويدعى بالصعوبة الكبرى الفرق بين المقاسين النهائيين الاكبر والاصغر للمحور والثقب واما الفرق بين المقاسين النهائيين الاصغر والاكبر للمحور والثقب فيدعى بالصعوبة الصغرى . وترى فى الشكل ٦ ، أ ، ب مخططى توزيع التجاليس فى نظام «الثقب - المحور» .

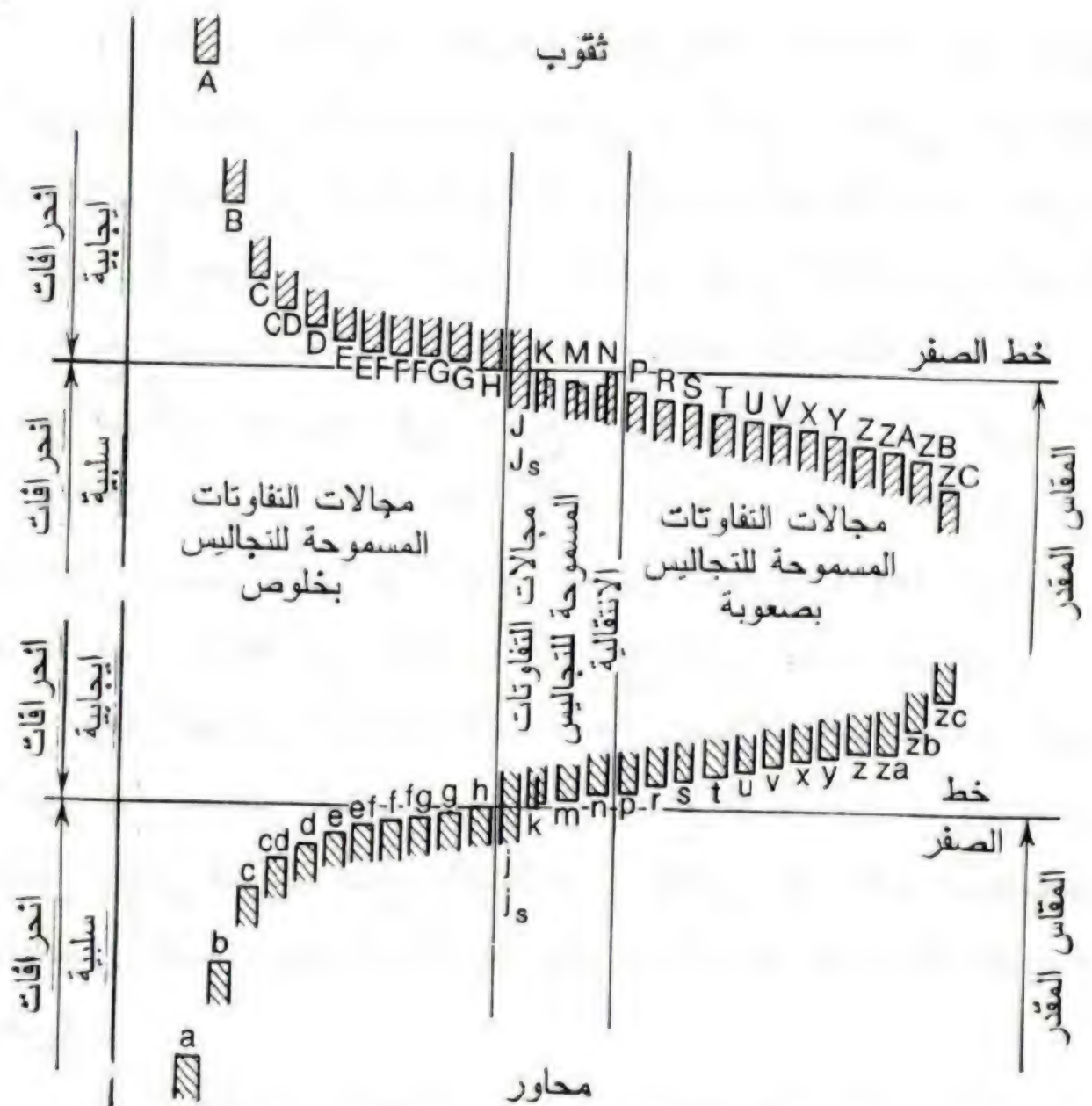
ويمكن مجازا تقسيم كل التجاليس الى ثلاث مجموعات أساسية : الكبسية والانتقالية والمتحركة .

والتجالييس الكبسية مخصصة للتوصيلات الساكنة بدون دعم لاحق لها بمسامير التثبيت او التوصيل او المنع . وتنتمى الى هذه المجموعة التجالييس الساخنة (س) والكبسية (ك) والكبسية الخفيفة (كخ) . ويجوز حسب الصعوبة تقسيم جميع التجالييس الكبسية الى اربع مجموعات : الثقيلة جدا والثقيلة والمتوسطة والخفيفة . ويتم ضمان الصعوبة فى جميع انواع التجالييس المذكورة . وتستخدم التجالييس الثقيلة جدا والثقيلة بشكل رئيسى للتجميع مع التسخين المسبق للثقب او التبريد المسبق للمحور ، واما التجالييس الباقية فهي مقدرة على الاغلب للتجميع البارد تحت المكبس . واما التجالييس الانتقالية فتستخدم للتوصيلات الساكنة مع دعم لاحق لها بمسامير التثبيت والتوصيل والمنع وبالبراغى ، وتستعمل بشكل رئيسى لمركزة القطع المتقارنة . وتنتمى الى هذه المجموعة التجالييس الصماء (ص) والضيقة (ض) والمتوترة (ت) والمرصوصة (رص) .

واما التجالييس المتحركة فتستخدم للتوصيلات التى لا بد من وجود خلوص مضمون فيها . وتنتمى الى هذه المجموعة التجالييس الانزلاقية (ز) والحركية (ح) والشوطية (ش) والشوطية الخفيفة (شخ) والشوطية الواسعة (شس) والشوطية الحرارية (شح) . ويرى فى الشكل ٧ مخطط لمجالات التفاوتات المسموحة والتجليسات للثقوب والمحاور . ويرمز لمجالات التفاوتات المسموحة والتجليسات بحرف او حرفين من الحروف اللاتينية (الكبيرة للثقب والصغيرة للمحور) .

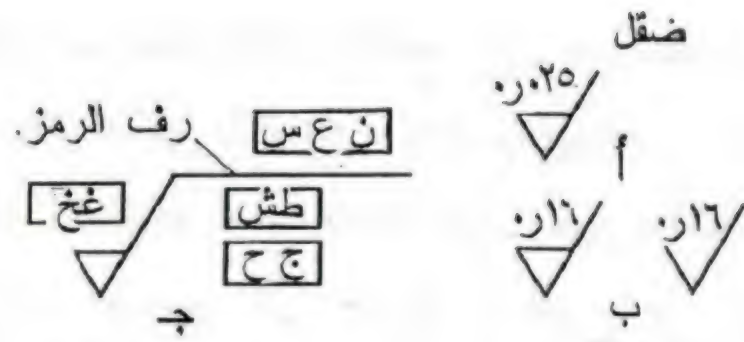
ان مجال التفاوت المسموح فى الشكل محدد بخط أفقى من جانب الانحراف الأساسى الاقرب من خط الصفر . والانحراف





الشكل ٧ . مخطط موقع مجالات التفاوتات المسموحة والتجالييس للثقوب والمحاور الأساسية لمجال التفاوت المسموح للرمز المعطى ثابت لجميع الكواليتيه (عدا المجالات  $K, M, H, k$  ) . ويزداد مقاس مجال التفاوت المسموح مع ازدياد رقم الكواليتية وفاصل المقاسات .

وتستخدم التجالييس على الاغلب فى نظام الثقب واما فى نظام المحور فتستخدم فقط عند وجود اعتبارات محددة ذات طابع تصميمى او تكنولوجى . ويرمز الى مجال التفاوت المسموح للفتحة الأساسية بالحرف  $H$  فى الشكل . وتقوم مجالات التفاوت المسموح للفتحات المرموز لها بباقى الحروف بتحديد انحرافات



الشكل ٨. الرمز الى خشونة السطح المعالج (أ - ج)

قطع التجاليس في نظام المحور . ويشار الى مجال التفاوت المسموح للمحور الاساسى بالحرف  $h$  في المخطط . وتقوم مجالات التفاوتات المسموحة للمحاور المرموز لها بباقي الحروف بتحديد انحرافات محاور التجليس في نظام الثقب .

واما مجالات التفاوتات المسموحة للثقوب من  $A$  الى  $H$  وللمحاور من  $a$  الى  $h$  فهي مخصصة للتجاليس بخلوص على التوالى في نظام المحور او الثقب . ومجالات التفاوتات المسموحة للثقوب  $J, J_s, K, M, H$  وللمحاور  $j, j_s, k, m, h$  هي للتجاليس الانتقالية واما مجالات التفاوتات المسموحة للثقوب من  $P$  الى  $ZC$  وللمحاور من  $p$  الى  $zc$  فهي للتجاليس بصعوبة .

وكل تجليس يتصف بالتفاوت المسموح . ويدعى بالتفاوت المسموح للتجليس (الرموز له بالحرف  $\Delta$ ) مجموع التفاوتين للثقب والمحور اللذان يشكلان اتحادا هو  $\Delta = IT_h + IT_s$  (حيث ان  $h$  - hole و  $s$  - shaft - المترجم) . ويعبر عن المقاس المقدّر ، الذى يشار له بمجال التفاوت المسموح بالمليمتر ، ويوضع خلفه حرف (او حرفان) ، يحدد وضع مجال التفاوت بالنسبة لخط الصفر ومن ثم رقم (او رقمان) يدل على الكوإليتيه .

وتتعرض القطع الجارى تصنيعها لطائفة من الشروط ومن ضمنها الجودة اللازمة لمعالجة سطوحها والتي تحدد بالدرجة الاولى بخشونتها .



وحتى عند المعالجة الدقيقة للقطع تبقى على سطوحها اعوجاجات على شكل بروزات مجهرية متتالية («قمم») ووداد . ويدعى مجمل هذه الاعوجاجات الناتجة عند معالجة طول معين (أساسي) من سطح القطعة بالخشونة . ويشار الى خشونة السطوح في الرسومات بقيم عددية ذات متغير واحد او اكثر فوق الرمز التالى الذى يعنى :

✓ - سطح جرى تشكيله بازالة طبقة من المادة بمعالجة ميكانيكية (بالتجليخ او الكشط) او بمعالجة كيميائية (نقش بالحوامض) او بطريقة اخرى ؛ ✓ - سطح جرى تشكيله بدون ازالة طبقة من المادة (بالسكب او بالطرق او بالسحب او بغيره) ؛ ✓ - سطوح لا تحدد طرق معالجتها . والسطح الذى لا تحدد خشونته وفقا للقياس لا يقام بالرمز اليه على العموم . ويظهر فى الشكل ٨ الرمز الى خشونة السطح .

واذا كان من الضرورى الاشارة بان الحصول على السطح ذى الجودة المطلوبة لا يتم الا بالمعالجة يقام عندها بالاشارة الى نوع المعالجة على يمين الرمز (الشكل ٨ ، أ) واما فى الحالات الاخرى فلا يقام بالاشارة الى نوع المعالجة (الشكل ٧ ، ب) . ويرى فى الشكل ٨ ، ج عند الرمز ثلاث خشونات للسطوح ونوع معالجة السطح (ن ع س) (او تعليمات اضافية اخرى) ومتغيرات الخشونة (غ خ) وطول الاساس (ط أ س) واتجاه الخشونة (ج خ) .

#### البند ٤ . فن أخذ القياسات

القياس - هو ايجاد مدلول المقدار الفيزيائى بطريق التجربة بواسطة وسائل تقنية خاصة . ويتلخص القياس فى مقارنة المقدار الجارى قياسه (مثلا طول المحور او قطر ثقب كرسى المحور)

مع المقدار المتخذ كوحدة . ويجرى تحديد وسائل وطرق القياس وكذلك الوحدات المستعملة بالعلم الذى يدعى بالمتروولوجيا (علم القياس) . وتجرى القياسات اثناء العملية وبعد الانتهاء من تجهيز القطع وتجميعها فى وحدات تجميعية .

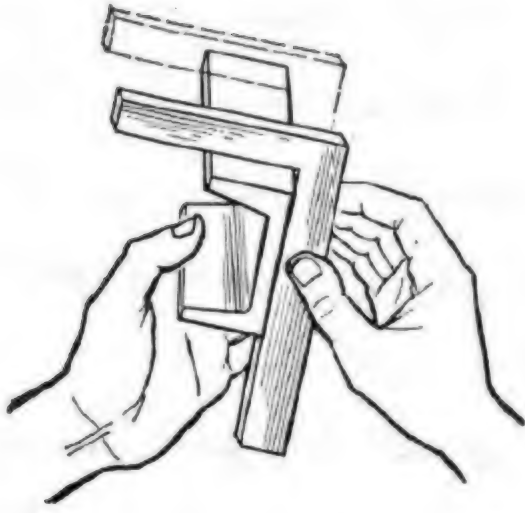
ويقام عند اختيار وسائل القياس لتحديد المتغيرات المطلوبة باستعمال المؤشرات المتروولوجية . وفى الممارسة العملية للاصلاح يقام بواسطة مختلف القياسات وبمساعدة ادوات القياس بتحديد اهم المتغيرات للقطع والوحدات التجميعية الجارى تجهيزها : القياسات الخطية (الطولية) - الاقطار والاطوال ؛ الانحرافات عن الشكل الهندسى الصحيح - الاقتراب من الشكل البيضوى وعدم التوازي ؛ حالة السطوح المعالجة - الخشونة وغيرها . ويرد ادناه وصف مختصر لطرق واساليب انجاز عدد من القياسات السهلة بواسطة اكثر ادوات القياس انتشارا - الزاوية والورنية وورنية قياس العمق وورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات وكذلك البرجل ومقياس الاقطار الداخلية .

وتستخدم الزاوية لفحص الزوايا القائمة الخارجية والداخلية . وعند فحص الزاوية الخارجية توضع الزاوية على القطعة بالجزء الداخلى لها واما عند فحص الزاوية الداخلية فبالجزء الخارجى لها (الشكل ٩) . وبعد وضع الزاوية على القطعة الجارى فحصها ، بحيث تضغط باحد الضلعين عليها برفق واما الآخر فيقرن بالسطح المراد تصنيعه يتم الحكم على صحة الزاوية القائمة بالفاصل الحاصل بينهما .

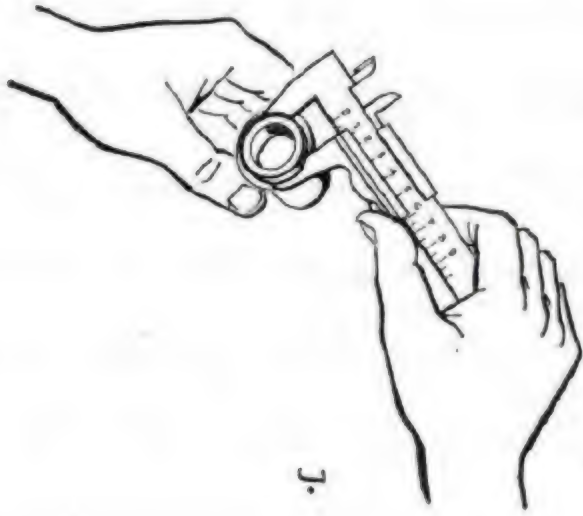
ويتم بواسطة الورنية تحديد المقاسات الخارجية والداخلية للقطع الجارى تصنيعها (انظر الشكل ٥ ، أ) . ويرى فى الشكل



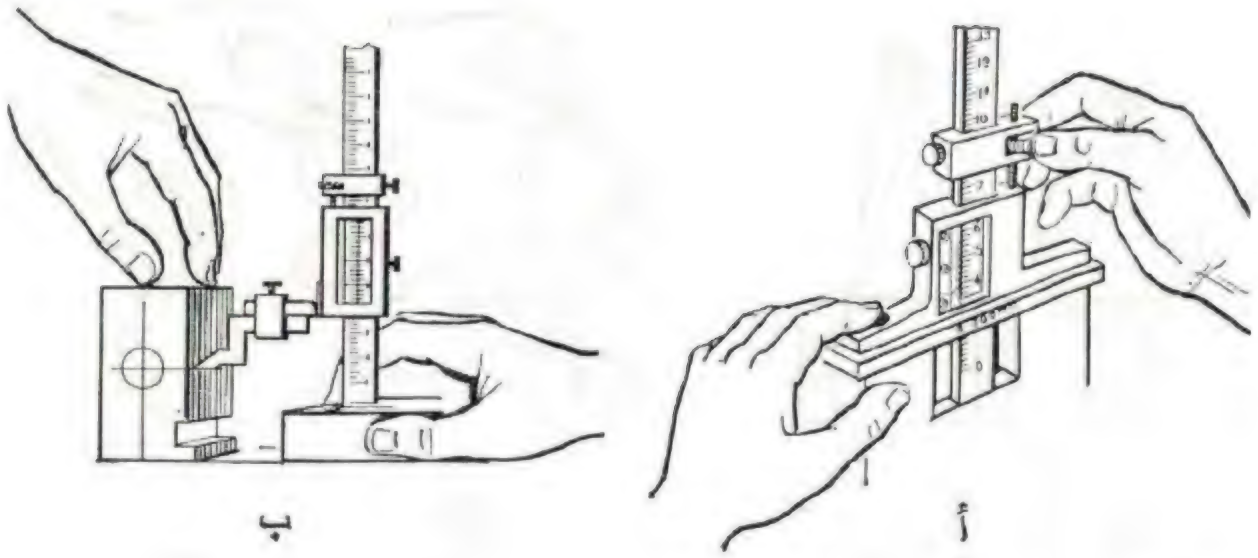
الشكل ٩ . فحص زوايا القطعة الجارى  
تصنيعها



الشكل ١٠ . طرق اخذ قياسات اقطار  
القطع الجارى تصنيعها بالورنية :  
أ - الخارجية ، ب - للقنوات الضيقة



١٠ ، أ طريقة اخذ قياس القطر الخارجى للقطعة الجارى تصنيعها  
بالسطوح المستوية لشفاة الورنية ، وقطر القناة الضيقة للقطعة فى  
الشكل ١٠ ، ب . ومن انواع الورنية هناك ورنية قياس العمق  
وورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات . وتستخدم ورنية قياس  
العمق لقياس اعماق الثقوب والشقوق والنتوءات والبروزات والقنوات  
الغير نافذة ، واما ورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات فتستخدم  
لقياس ارتفاع القطع ولوضع العلامات . وعادة ما تلحق بورنية قياس  
الارتفاع ووضع العلامات سيقان للاستبدال وسيقان - دبابيس حيث  
يجرى بواسطتها وضع علامات وكذلك اخذ القياسات اللازمة  
للارتفاعات على الواح التعليم الخاصة . ويشاهد فى الشكل ١١ ، أ

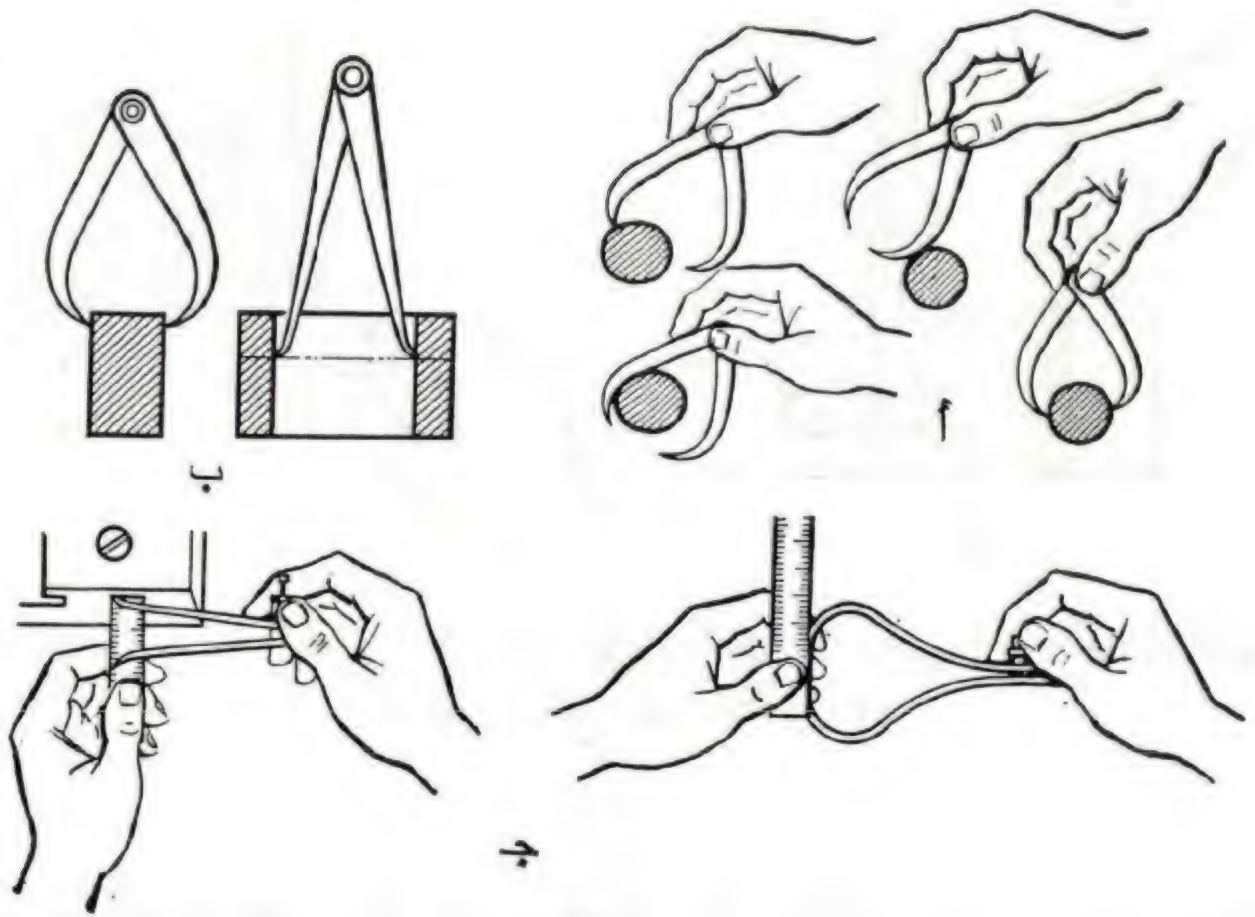


الشكل ١١ . اخذ قياس العمق بورنية قياس العمق (أ) وتعليم القطعة بورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات (ب)

طريقة استخدام ورنية قياس العمق وفي الشكل ١١ ، ب ورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات .

واما طرق اخذ القياسات بالبرجل ومقياس الاقطار الداخلية فترى في الشكل ١٢ ، أ ، ب ، ج . وعند اخذ قياس القطعة بالبرجل او بمقياس الاقطار الداخلية تؤخذ الاداة باليد اليمنى عند المفصل ويباعد ما بين ساقيها بمسافة تناسب تقريبا المقاس الجارى أخذ قياسه . ومن ثم يقام ببعض الضربات الخفيفة لتقريب او ابعاد ساقى الاداة بحيث تلامس طرفاها (شفتاها) سطح القطعة الجارى قياسها بدون اهتزاز او خلوص (فسحة) . ولدرء الازغابة عند القياس ينبغي الامساك باداة القياس بشكل متعامد بدقة مع خط محور القطعة الجارى قياسها . وتشاهد طرق اخذ قياس قطر المحور بالبرجل في الشكل ١٢ ، أ ، وقياس قطعة مستطيلة بالبرجل والقطر الداخلى لكروى محور انزلاقى بمقياس الاقطار الداخلية فى الشكل ١٢ ، ب .





الشكل ١٢ . طرق اخذ القياسات بالبرجل وبمقياس الاقطار الداخلية :  
 أ- تركيب البرجل على مقاس القطعة ، ب- اخذ قياس القطع بالبرجل وبمقياس  
 الاقطار الداخلية ، ج- تحديد المقاس بالبرجل وبمقياس الاقطار الداخلية بمسطرة  
 ذات مقياس

وبعد أخذ المقاس عن القطعة توضع اداة القياس بحذر على  
 مسطرة ذات مقياس بحيث تكون احدى ساقي الاداة ، عند القياس  
 بالبرجل ، مرتكزة على طرف المسطرة ، وعند القياس بمقياس الاقطار  
 الداخلية تكون على مستوى واحد مع طرف او علامة التقسيم للمسطرة  
 (الشكل ١٢ ، ج) . وتثبت هذه الساق بخنصر اليد اليسرى (وذلك  
 للحيلولة دون انزلاقها) ومن ثم يقام بوضع الساق الاخرى على علامة  
 التعليم المطابقة للمسطرة ويسجل القياس الناتج .

وكذلك تستخدم فى نفس الوقت مع البراجل وادوات قياس  
 الاقطار الداخلية العادية (انظر الشكل ٥ ، هـ ، و) اخرى زبركية

احدث واسهل فى الاستعمال حيث تنحصر افضليتها فى ان سيقانها تتباعد تحت تأثير الزنبرك الموجود ويتم وضعها على القياس المطلوب بواسطة برغى الضبط وصمولته . وعند استعمال هذه الادوات تستبعد امكانية تزحزح سيقانها ، وبالتالي تحريف القياس المأخوذ . وتستخدم ادوات القياس بشكل واسع فى اعمال التعليم (وضع العلامات) .

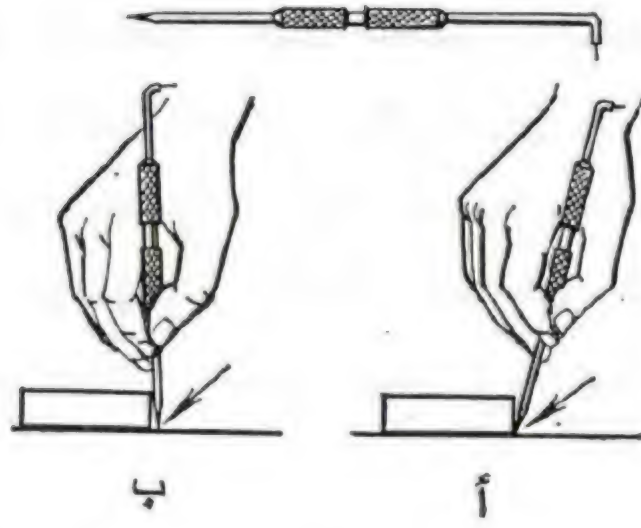
### البند ٥ . المفاهيم الاساسية عن اعمال التعليم

التعليم هو عبارة عن عملية رسم النقاط والخطوط على التجهيزة أو القطعة الجارى تصنيعها والتي تحدد كنتور (محيط) السطوح الماثلة للتصنيع ، وكذلك الخطوط المحورية والمساعدة وعلامات المركز وذلك لضبط التجهيزات والقطع عند تركيبها على حواضن الممكنات .

قد يكون التعليم مسطحا ينجز على السطوح المسطحة للمواد والتجهيزات والقطع أو فراغيا يجرى على المواد والتجهيزات والقطع التى تقع سطوحها بزوايا مختلفة بالنسبة لبعضها البعض .

وتجرى اعمال التعليم على الاغلب على الواح التعليم بواسطة ادوات القياس والتعليم وكذلك بمختلف الادوات المسهلة لتعليم التجهيزات والقطع المعقدة . ويتم عند اصلاح محولات القوى والممكنات الكهربائية واجهزة التحويل غالبا انجاز اعمال التعليم البسيطة بواسطة الراسمات والحادشات والناقرات . والراسمة هى عبارة عن قضيب من الصلب بطول ٢٥٠ - ٣٠٠ مم بطرفين مدببين حيث ان احدهما مشى بزاوية قائمة . والجزء الاوسط للراسمة يكون مطروقا وذلك للامساك بها جامدا باليد اثناء التعليم . وتستخدم الراسمة لوضع

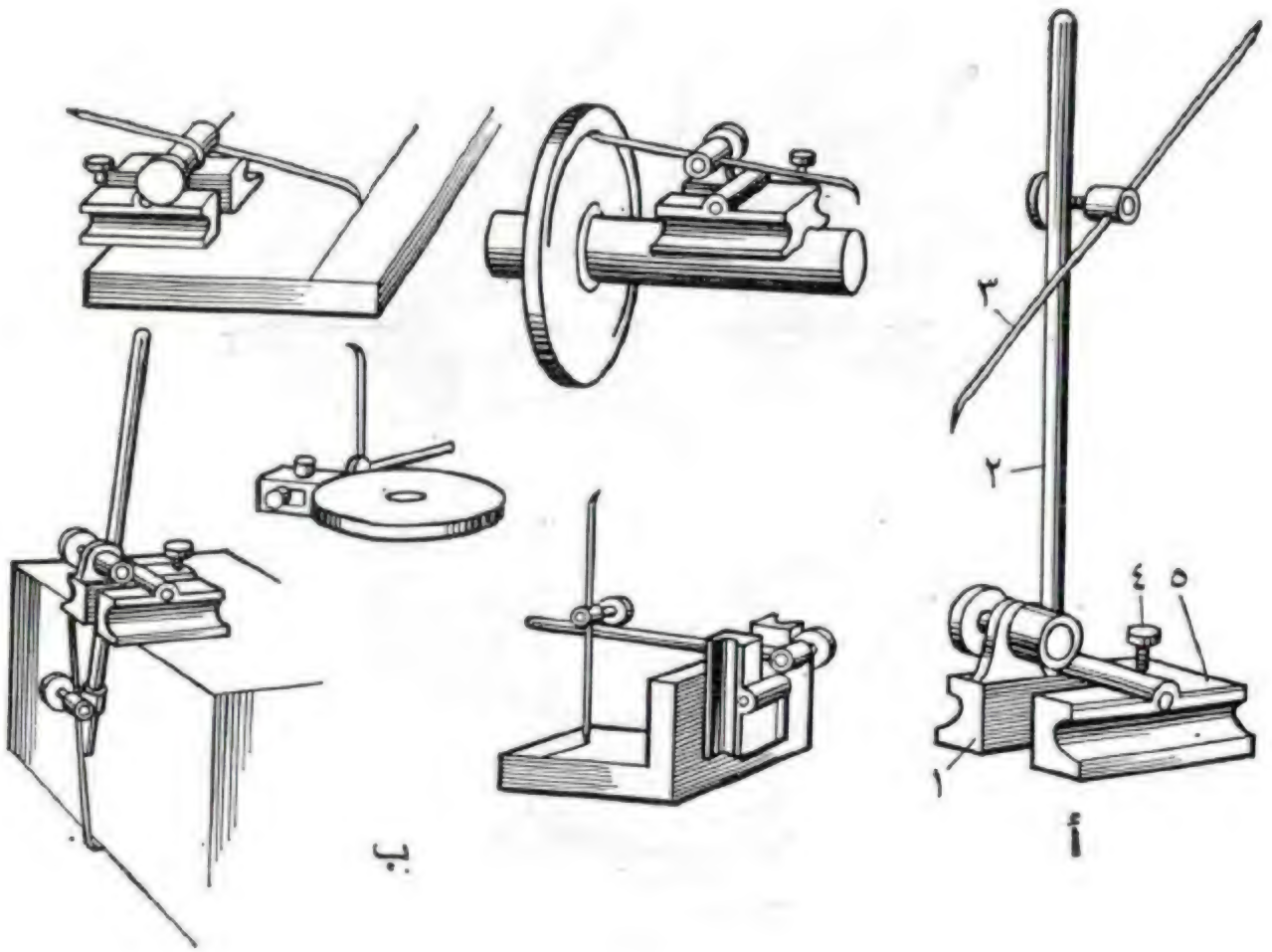




الشكل ١٣. طرق رسم الخطوط التعليمية بالراسمة :  
أ - الوضع الصحيح للراسمة ، ب - الوضع الخاطئ

خطوط التعليم المسماة بالخدوش (بالمسطرة او الزاوية والشبلونة) على سطح مادة التجهيزات والقطع . ويجب ان تكون الخدوش المخططة بالراسمة واضحة ورفيعة لاقصى حد ، ولذا من الضروري ان يدبب طرف الراسمة قبل البدء بالتعليم وكذلك دوريا اثناء العمل . وتشاهد طريقة رسم الخط التعليمي والوضع الصحيح وكذلك الخاطئ للراسمة في الشكل ١٣ ، أ ، ب .

والراسمة هي عبارة عن اداة بسيطة تستعمل لانواع التعليم البسيطة . وهناك اداة تعليم عصرية اكثر ومريحة في العمل تدعى بالخادشة (الشكل ١٤ ، أ) وتتكون من قاعدة من حديد الزهر ١ ، وقائمة مثبتة فيها بمفصلة ٢ ، مع ابرة - راسمة ٣ وبرغى ضبط ٤ (لتوصيل الابرة الى الموضع بدقة) ومسمار وصلة ٥ . وتشاهد طرق استعمال الخادشة عند تعليم مختلف القطع في الشكل ١٤ ، ب . ولانجاز اعمال التعليم تستعمل كذلك ادوات ورنية. وتظهر في الشكل ١٥ ، أ ، ب طرق تعليم القطع المسطحة والمستديرة بواسطة الورنية . وعند لزوم انجاز تعليم معقد مع تخطيط عدد كبير من

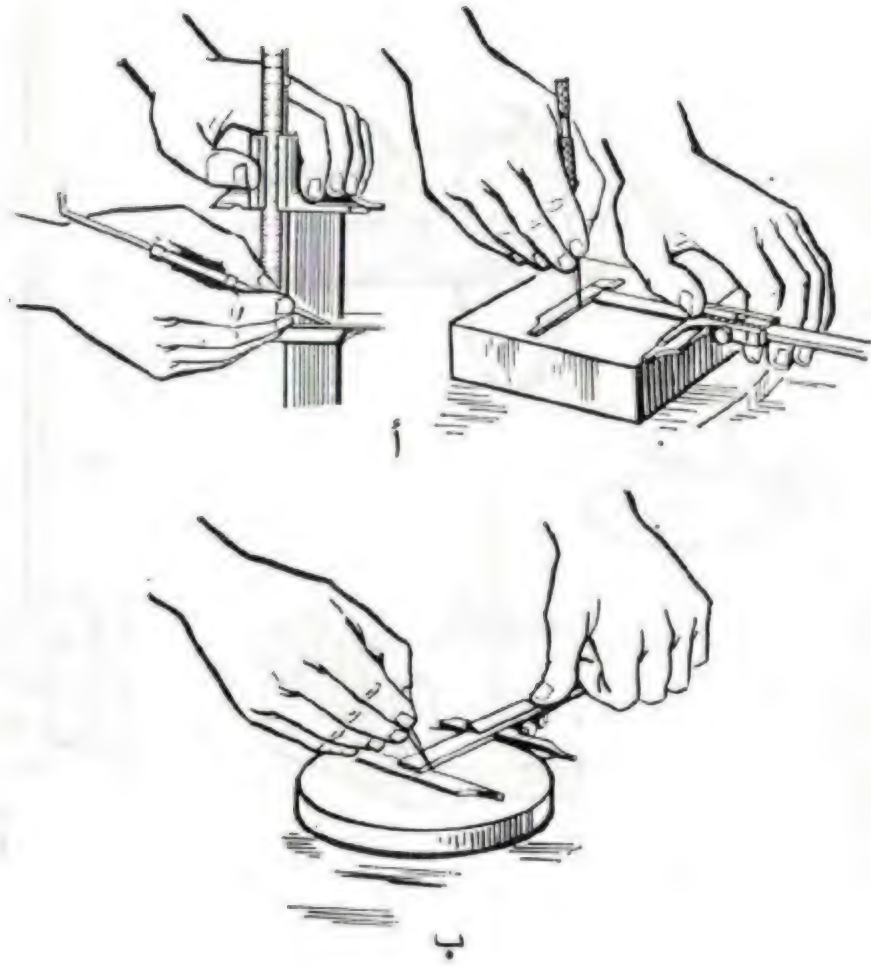


الشكل ١٤ . منظر عام للخادشة (أ) واستعمالها لتعليم مختلف القطع (ب)

الدوائر تستعمل ورنية تعليم خاصة ، تتكون من قضيب مع تقسيم بالمليمترات وساقين (ثابتة ومتحركة مع ورنية) . وتوجد للساقين ، اللتين تثبتان في الوضع المطلوب ببرغي إيقاف ، ابر قابلة للتغيير حيث يمكن تحريكها بسهولة الى اعلى او اسفل وبهذا تكون مريحة جدا عند ضرورة تخطيط دوائر باقطار مختلفة وعلى ارتفاعات متباينة .

وتجرى قبل التعليم معاينة التجهيزة (القطعة) باهتمام للتأكد من انتفاء النواقص على سطوحها كالفقاعات او التجاويف او الصدوع ومن صحة قياساتها ووجود الزيادة المطلوبة . واذا كانت النتائج مرضية لفحص السطح المراد تعليمه ، يجرى تنظيفه وطلائه وذلك حتى تشاهد خطوط التعليم المرسومة عليه بوضوح عند التصنيع .





الشكل ١٥ . التعليم بالورنية :  
أ - رسم الخطوط على قطعة مسطحة ، ب - رسم مركز قطعة مستديرة

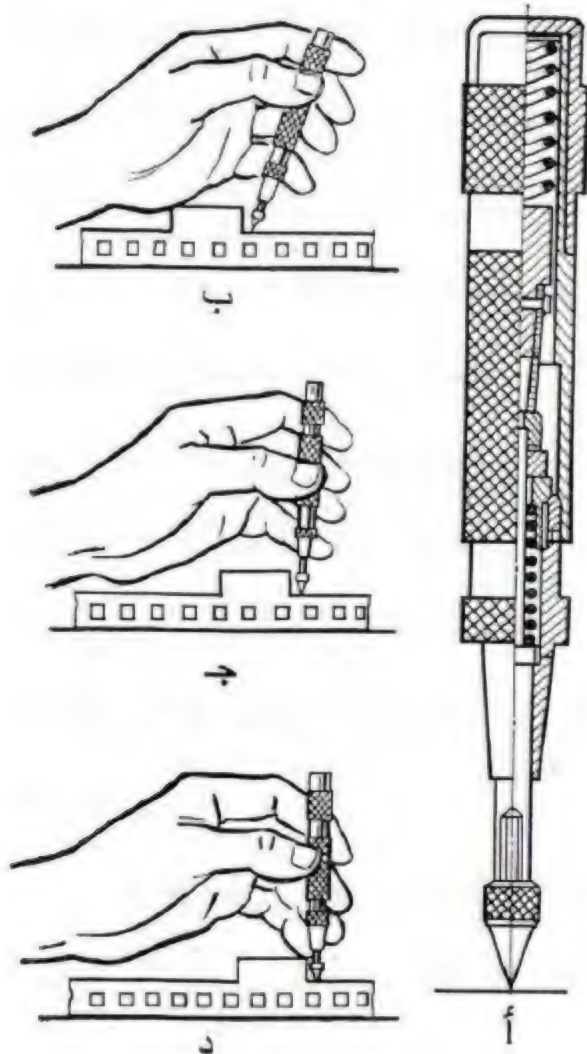
وأما السطوح الغير مصنعة والمصنعة بخشونة فيجرى طلاؤها بالطباشير المذوبة بكثافة فى الماء مع اضافة مخثرات . ويجرى طلاء السطوح المصنعة بشكل نظيف بمحلول الزجاج الازرق .

ترسم خطوط التعليم على السطح المطلى للتجهيزات والقطع كالتالى : فى البداية ترسم جميع الخطوط الافقية ومن ثم الرأسية وبعدها المائلة وفى النهاية الدوائر والاقواس وانصاف الاقواس . وقد تكون خطوط التعليم ممسوحة باليدين لدرجة تصبح معها غير مرئية بوضوح ولذا تنقر تجاويف على خطوط التعليم بحيث يقع مركز

التجوييف على الخط والتجوييف نفسه قد انقسم بالخط الى نصفين .  
وهذه العملية للتعليم المدعوة بالتنقيير تنجز بالنقارة . وقد تكون  
النقارات بسيطة وزنبركية وكهربائية . وعند اصلاح المعدات الكهربائية  
يجرى تنقيير خطوط التعليم على الاغلب بالنقارة البسيطة والتي هي  
عبارة عن قضيب من الصلب بطول ٨٠ - ١٥٠ مم وبقطر ١٠ - ١٥  
مم واحد الطرفين مخروطي الشكل وبرأس مدبب والجزء الاوسط منه  
مطروق للامساك به جامدا . والنقارات الزنبركية مريحة اكثر في  
العمل ، وتستعمل عند وجود اعمال التعليم بكثرة . وتشاهد في  
الشكل ١٦ النقارة الزنبركية وطرق تنقيير الخطوط على السطح الجارى  
تعليمه .

ويجرى تنقيير خطوط التعليم حسب التسلسل التالى : تؤخذ  
النقارة (الشكل ١٦ ، أ) باليد اليسرى مع التميل بالدفع الى الامام  
وذلك لتمييز خطوط التعليم بسهولة ، ثم تضغط بالطرف المدبب  
على الخط (الشكل ١٦ ، ب) ، وفى هذه الحالة يجب على الطرف  
المدبب للنقارة ان ينطبق بدقة على الخط . ومن ثم يغير وضع النقارة  
من المائل الى الرأسى (الشكل ١٦ ، ج) وبعد تثبيتها فى هذا الوضع  
بسند الاصبع الخنصر لليد اليسرى على القطعة (الشكل ١٦ ، د)  
تنزل ضربة بالشاكوش على رأس النقارة محدثا على هذا النحو  
تجويفا (جورة) على خطوط التعليم . ويتوقف تحديد المسافة بين  
التجاويف على شكل القطعة الجارى تعليمها والدقة المطلوبة . وعند  
تعليم القطع البسيطة التى لا تتطلب دقة خاصة فى التصنيع توزع  
التجاويف (النقارات) على خطوط التعليم على مسافات من ٥ الى  
١٠ مم عن بعضها البعض .





الشكل ١٦ . طرق تنقيير خطوط التعليم بالنقارة الزنبركية (أ) ، تركيب النقارة على خط التعليم (ب) ، تحويل النقارة الى الوضع الرأسى (ج) ، تثبيت النقارة فى وضع التشغيل عند انزال الضربة عليها (د)

ويجب انجاز اعمال التعليم بانتباه كبير وبدقة متناهية لتفادى ظهور العيوب بجريرة الميكانيكى الكهربائى نتيجة لقراءة خاطئة للمخطط او رسم الخطوط ونقر التجاوىف باهمال او التركيب الخاطى (بدون ضبط مسبق) للقطعة الجارى تعليمها .

## البند ٦ . قطع وتجليس وثنى المعادن

القطع هو عملية برادة لتصنيع المعادن على البارد بالقص بواسطة ادوات الطرق (الشاكوش) والقص (ازاميل ومنها الخاص بالحفر) . وينجز القطع فى ملازمة او على لوحة .

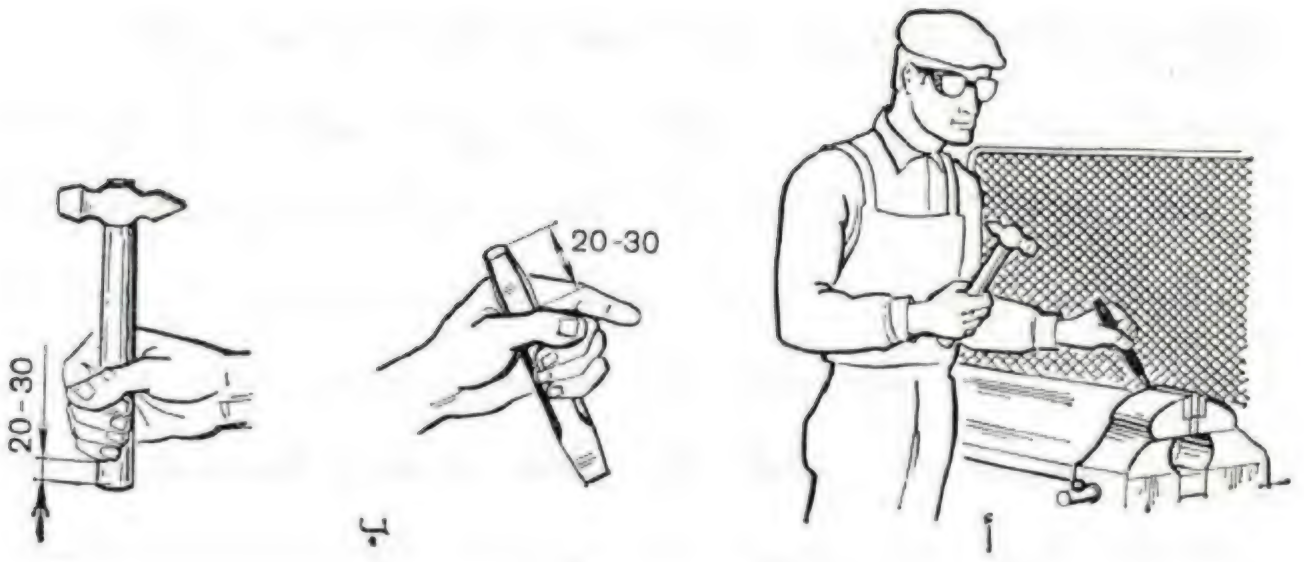
تقطع المعادن الهشة (الحديد الزهر والبرونز) ابتداء من طرف  
التجهيزة الى وسطها لتلافي كسر طرفها . وينبغي عند قطع المعادن  
اللينة (النحاس ومنه الاصفر) طلاء الحافة القاطعة للازميل بمستحلب  
الصابون او بزيت محولات القوى دوريا . ولانجاز عملية القطع  
بسرعة وبجودة يجب استعمال فقط اداة قطع صالحة ومشحونة  
بطريقة صحيحة ويجرى شحذ اداة القطع على المشحذ او على  
مكنات الشحذ جامعة الاغراض واما صحة زوايا الشحذ فتفحص  
بواسطة الشبلونات والتي عبارة عن شرائح من الصلب ذات تقاوير  
زاوية (مقطعة منها زوايا) .

ومن الضروري انجاز عملية القطع بوضع نظارات واقية واما  
عند تنفيذها في الملازمة فيستخدم ستار واق (شبكة او لوحى) لتلافي  
انزال اصابات بالشغيلة الآخرين المتواجدين على مقربة . وللحيلولة  
دون الارهاق السريع واصابات اليدين عند قطع المعدن ، يجب  
على الميكانيكى الكهربائى الوقوف ثابتا بنصف دورة على يسار  
الملازمة (الشكل ١٧ ، أ) والامساك بالشاكوش والازميل كما هو  
فى الشكل ١٧ ، ب .

ويجرى القطع اليدوى للمعدن الرقيق (حتى ٣ مم) فى ملازمة  
وذلك بسند الازميل على خط قطع المعدن الواقع على مستوى شفاة  
الملازمة واما قطع المعدن العريض فيجرى على مرحلتين : تحفر فى  
البداية قنوات ضيقة بازميل الحفر (الشكل ١٨ ، أ) ومن ثم تقص  
البروزات المتكونة بالازميل (الشكل ١٨ ، ب) .

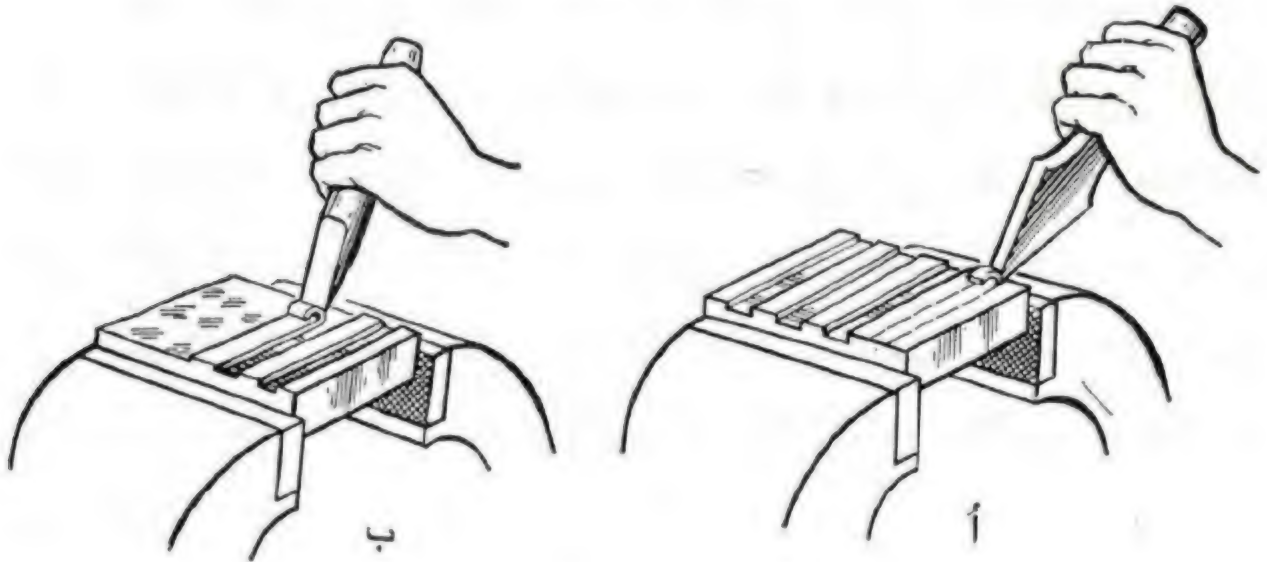
والقطع هو عبارة عن عملية شاقة شاغلة ويتطلب جهدا عمليا  
كبيرا ولذا فانه يجرى عند ضرورة انجاز حجم كبير من اعمال





الشكل ١٧ . قطع المعدن :

أ - وضع العامل عند الملزمة ، ب - طرق الامساك الصحيح للشاكوش والازميل عند القطع



الشكل ١٨ . قطع المعدن العريض في الملزمة :

أ - القنوات الضيقة بازميل الحفر ، ب - البروزات («القمم») بالازميل

القطع باستعمال وسائل ممكنة ، مثلا شواكيش قطع كهربائية أو عاملة بالهواء المضغوط .

التجليس . هو عبارة عن عملية ازالة الانبعاجات والانحناءات في المعدن المطروق على شكل صفائح وشرائط وكذلك في التجهيزات والقطع الجاهزة . ويمكن القيام بالتجليس بالطريقة اليدوية أو

الميكانيكية . ويقام بالتجليس اليدوى بواسطة شاكوش له ضارب  
(رأس) مستدير وليس مربع يترك عند الضرب بزواياه آثارا عميقة  
على سطح المعدن . ويجب ان يكون سطح ضارب الشاكوش  
مجلخا واما الضربات فيجب انزالها فقط من جهة الجزء المحدب  
للضارب .

ويجرى تجليس المصنوعات الرقيقة من الصلب والمعادن  
الغير حديدية والسبائك وكذلك القطع ذات السطوح المعالجة ،  
بشواكيش مصنوعة من المعادن اللينة (النحاس والرصاص) او من  
خشب الاشجار الصلبة . ويمكن القيام بتجليس السطوح المصنوعة  
بالشاكوش العادى للبرادة ولكن يجب فى هذه الحالة وضع فرش  
على المصنوعة الجارى تجليسها من معدن لين وانزال الضربات  
بالشاكوش من خلالها .

وتكون التجهيزات والقطع المصنوعة من حديد الزهر غير قابلة  
للتجليس حيث انه قد تظهر فيها صدوع حتى عند الضربات الخفيفة  
نسبيا واما عند الضربات القوية فانها من الجائز ان تتهشم جزئيا او  
كلها .

تدعى بالثنى عملية البرادة التى تكتسب التجهيزة او القطعة  
المعدنية نتيجة لها شكلا محدنيا حسب الكنتور المطلوب . وتؤثر  
اثناء عملية الثنى على القطاع المعنى للتجهيزة اجهادات التمديد  
والتقليص فى آن واحد . فالطبقات الخارجية للتجهيزة المعدنية  
الواقعة خارج زوايا الانحناء ستمدد وتزداد اطوال الياف المعدن ،  
واما الطبقات الداخلية الواقعة داخل زوايا الانحناء فانها ستقلص  
وستقصر اطوال الياف المعدن واما الطبقات المتوسطة للمعدن  
والواقعة على الخط المحايد للقطاع المحنى فلن تتعرض للتأثيرات

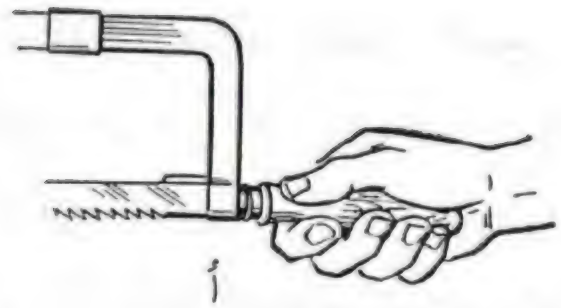
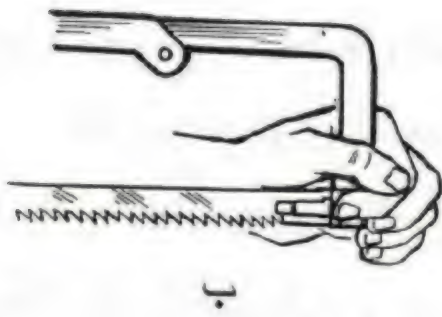


المشوهة . ولذا فانها ستحتفظ بالتكوين البدائي لها بلا تغير تقريبا .  
ويجب اجراء ثنى المعدن عندما تكون انصاف الاقطار  
صغيرة مع الاخذ بعين الاعتبار امكانية تقطع الطبقة الخارجية في  
مكان الحنى من جراء الاستطالة الغير مسموحة بها لالياف هذا المعدن .  
ولتسهيل عمليات الثنى للمواد وللتجهيزات المعدنية ذات السمك  
الكبير ، يقام مسبقا بتسخين القطاع المائل للثنى بلهب وابور  
اللحام او مشعل الغاز . وتعتمد درجة حرارة التسخين المطلوبة على  
نوع المعدن (صلب ، نحاس ، الومنيوم) ولا يجب ان تقل عن  
٢٥٪ من قيمة درجة حرارة انصهار هذا المعدن .

### البند ٧ . قص وبرد المعادن

القص هو عبارة عن عملية برادة تجرى لفتح شقوق سطحية  
(غير نافذة) ولتقوير وتقطيع المعادن ومختلف المواد الصلبة (مثل  
التكستوليت والجيتيناكس) .

وتجرى عمليات القص فى الممارسة العملية للاصلاح يدويا  
بواسطة مقصات معادن ومناشير ، وبالطريقة الآلية - بمقصات  
المقصلة وعلى مكائن قص المعادن . والطريقة المفضلة لقص  
المعادن وغيرها من المواد الصلبة هى القص بالمنشار اليدوى حيث  
يعار عنده انتباه خاص لصحة تثبيت شريط النشر فى الهيكل ووضع  
اليده على مقبض وهيكل المنشار ووضع المنشار بالنسبة للمادة الجارى  
قصها . ويجب ان يكون شريط النشر مثبتا فى الهيكل بحيث لا  
يكون مشدودا بقوة كبيرة ولا يكون مسترخيا واما اسنان شريط  
النشر فيجب ان تكون متجهة الى الامام اى فى اتجاه حركة المنشار  
الى الامام . ويشاهد فى الشكل ١٩ ، أ ، ب الوضع الصحيح ليده



الشكل ١٩ . اساليب عمل المنشار عند قص المعادن :  
أ- وضع اليد اليمنى على المقبض ، ب- وضع اليد اليسرى على الهيكل

الميكانيكي الكهربائي على مقبض وهيكل المنشار عند القص .  
وينبغي اثناء القص الامساك بالمنشار افقيا . والشوط الطبيعي للمنشار  
يجب ان يكون بحيث ان يشترك في العمل ما لا يقل عن ثلثي طول  
شريط القص .

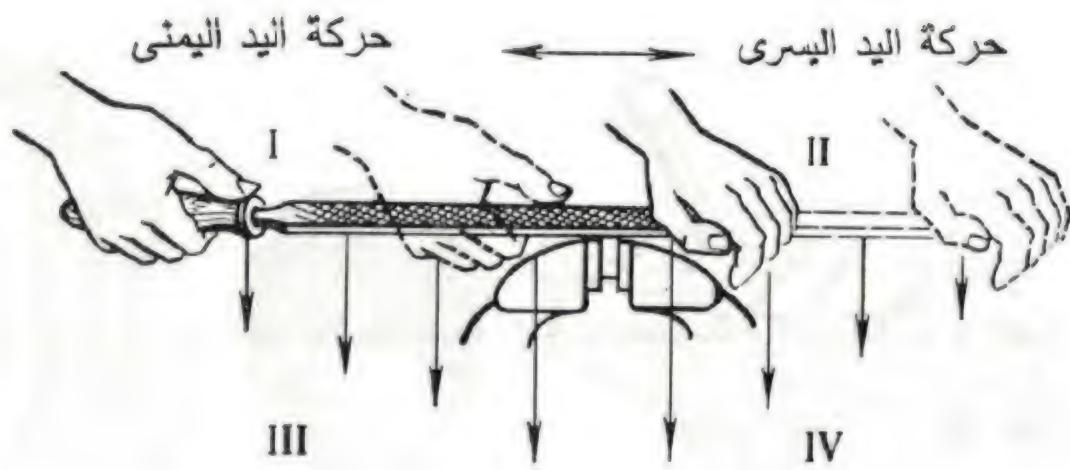
اما عملية البرد فانها من اكثر العمليات شيوعا وتتلخص في  
الازالة المتتالية (الاستئصال) للطبقة اللازمة (المطلوبة) من المعدن عن  
سطح التجهيزة او القطعة الجارى تصنيعها . والهدف من برد التجهيزة  
هو اعطائها شكل ومقاييس القطعة . واما القطعة فتبرد لتحقيق الخشونة  
المفترضة لسطحها . ويجرى برد التجهيزات والقطع يدويا او بالمكنات .  
وغالبا ما يستخدم عند اصلاح المعدات الكهربائية البرد اليدوى  
بالمبارد المسطحة والمثلثة والدائرية ونصف الدائرية . وتبرد بالمبارد  
المسطحة السطوح المحدبة والمستوية السهلة المنال ، وكذلك قنوات  
المنع الواسعة على نهايات محاور المكنات الكهربائية وبالمبارد  
المثلثة الزوايا الداخلية وكذلك السطوح التى يصعب الوصول اليها  
لبردها بالمبارد المسطحة . وتبرد بالمبارد الدائرية الثقوب المستديرة  
والبيضوية وكذلك السطوح المقعرة للتجهيزات والقطع . واما المبارد  
نصف الدائرية فهى للاستعمال المزدوج حيث يمكن بالجهة  
المسطحة برد السطوح المستقيمة واما بالجهة النصف دائرية (المحدبة)



فتبرد السطوح المنحنية (المقعرة) بمختلف انصاف اقطار التقوس .  
ان البرد اليدوى للتجهيزات والقطع هو من اكثر عمليات البرادة  
انتشارا واستنزافا للجهد العملى والتي تتطلب مجهودا عضليا كبيرا من  
الميكانيكى الكهربائى . ومن الشروط الاساسية لضمان انتاجية عمل  
الميكانيكى الكهربائى والمحافظة على قواه عند انجاز عمليات البرد  
اليدوى هو التوزيع السليم لجهود ضغط المبرد على السطح الجارى  
تصنيعه فى بداية ووسط ونهاية مسار المبرد وكذلك معرفة اختيار  
تكرار حركة المبرد الملائمة له على السطح الجارى تصنيعه . ويجب  
عند تصنيع التجهيزة او القطعة بالمبرد الاخذ بعين الاعتبار بانه عند  
الضغط عليه بجهد ثابت فانه سيميل بمقبضه الى الاسفل عند  
بداية الشوط (الحركة الى الامام) واما فى نهاية الشوط فسيميل بطرفه  
الى الاسفل وسيؤدى هذا فى النتيجة الى هدر القوى عبثا الى «تكسيح»  
حواف السطح الجارى برده واما التوزيع الصحيح لجهود الضغط على  
المبرد عند البرد فيشاهد فى الشكل ٢٠ بصورة مخطط (بالسهم  
المتزايدة والمتناقصة فى الطول) . ويعتبر تكرار الحركة الامثل عند  
البرد من ٤٠ الى ٦٠ حركة مزدوجة فى الدقيقة للمبرد .

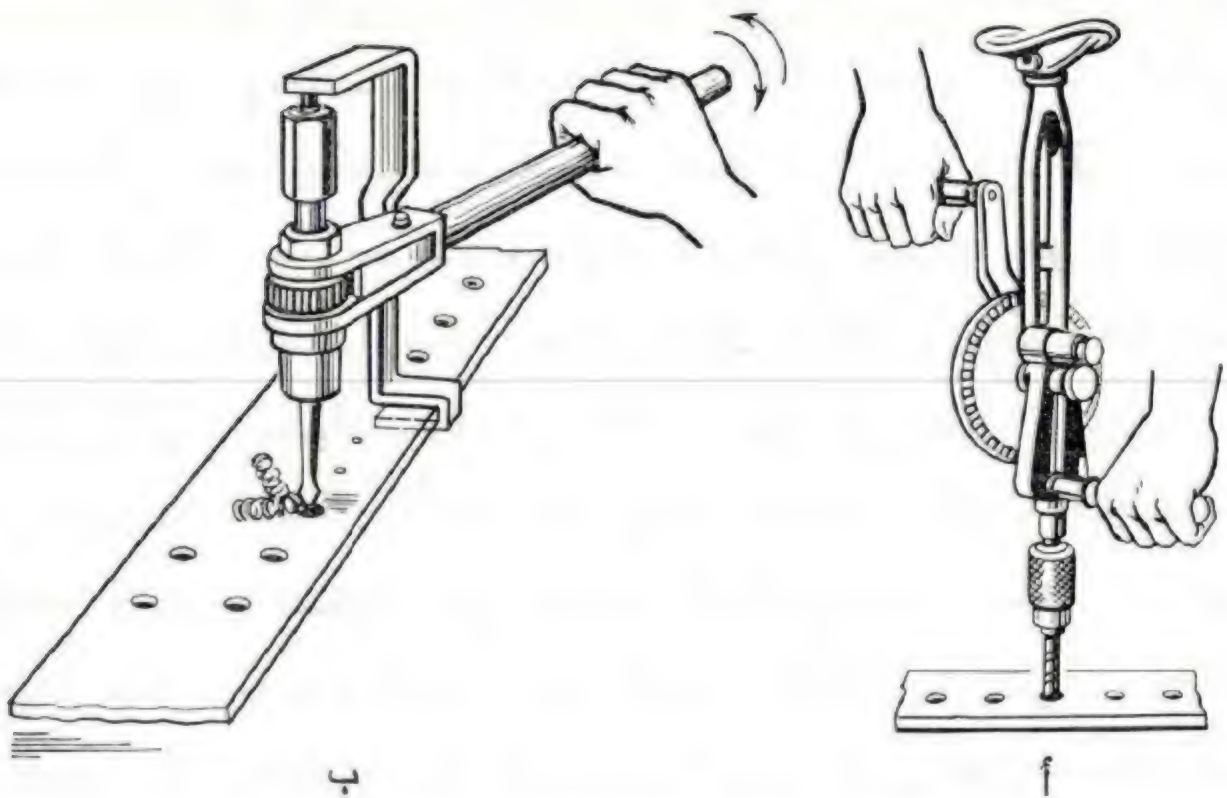
### البند ٨ . تخريم وتصحيح وتوسيع الثقوب

تدعى بالتخريم عملية تشكيل الثقوب فى المادة المصممة  
باداة قطع هى المثقب اللولبى او الريشى .  
وتخرم الثقوب يدويا بالمثقب الآلى (الشكل ٢١ ، أ)  
وبالطقطاقة (الشكل ٢١ ، ب) وكذلك بالآلات المدارة بالكهرباء  
وعلى الاغلب بمكنات التخريم بواسطة مثاقب وجلبات انتقالية  
وظروف التخريم واجهزة المشد .



الشكل ٢٠ . الحركة الصحيحة للمبرد ، وتوزيع جهود الضغط عند تصنيع سطح القطعة بالمبرد :

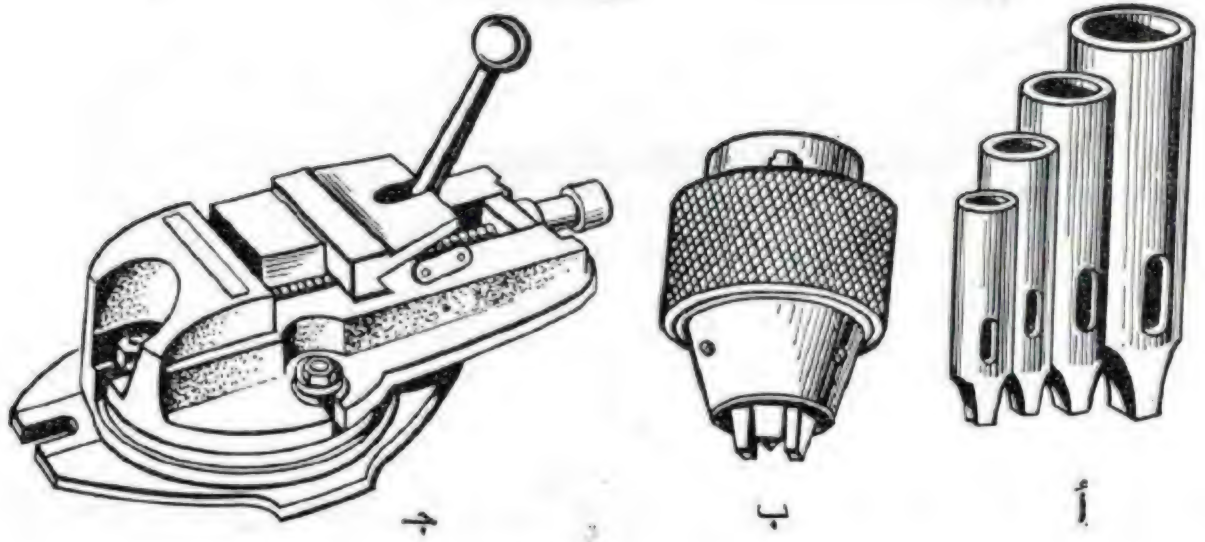
I و II - بداية ونهاية حركة اليدين ، III - الجهد المتزايد بالتدريج ، والناشي\* عن اليد اليمنى ، IV - الجهد المتناقص بالتدريج والناشي\* عن اليد اليسرى



الشكل ٢١ . اساليب التخريم اليدوي :

أ - بالمشقب الآلي مع مشقب لولبي ، ب - بالطعقة مع مشقب ريشي





الشكل ٢٢ . ادوات للتخريم على المكنتات :  
 أ - جلبات انتقالية ، ب - ظرف ثلاثي الحدبات ، ج - ملزمة مكنتات سريعة  
 الاستبدال مع مشد ذراعى - حدى لتثبيت القطعة الجارى تصنيعها على منضدة مكنة  
 التخريم

وتستخدم الجلبات الانتقالية (الشكل ٢٢ ، أ) لتثبيت الاداة  
 القاطعة فيها (المثاقب ومثاقب التوسيع والتصحيح) ذات الجذع  
 المخروطى عندما يكون هذا الجذع اصغر من المخروط فى عمود  
 دوران المكنة . واما ظروف التخريم فتستعمل لتركيب ادوات القطع  
 ذات الجذع الاسطوانى فى عمود دوران المكنة . وتكون الظروف  
 ثنائية وثلاثية الحدبات (الشكل ٢٢ ، ب) وسريعة الاستبدال ،  
 حيث تسمح استبدال الاداة بدون ايقاف المكنة . وتثبت التجهيزات  
 والقطع الجارى تصنيعها على منضدة المكنة بجهاز المشد . واكثر  
 اجهزة المشد ملائمة للعمل هى ملزمة المكنتات سريعة الاستبدال  
 (الشكل ٢٢ ، ج) مع مشد ذراعى - حدى ، والتي تؤمن مسكة ثابتة  
 واستبدالاً سريعاً للقطع الجارى تصنيعها .  
 والتخريم هو من اكثر عمليات البرد اهمية والتي تنجز غالبا

فى المرحلة الختامية لتصنيع القطعة ولذا فان اقل انحراف عن القياسات المعطاة هو اخلال بنظام انجاز عملية التخريم كما وان استعمال اداة قطع معطوبة او غير ملائمة وكذلك التثبيت الخاطىء واللامتين للقطعة الجارى تصنيعها على منصدة الممكنة يؤدى حتما الى اتلاف القطعة وكسر اداة القطع .

ومن الضرورى مراعاة القواعد الاساسية التالية عند التخريم :

— ينبغى تثبيت القطعة الجارى تصنيعها على منصدة الممكنة

بشكل صحيح ومتين ؛

— يجب ان يلائم قياس المثقب القياس المطلوب للثقب ؛

— يتطلب توجيه المثقب بدقة نحو خط محور الثقب

الجارى تخريمه ؛

— يجب انسكاب سائل التبريد باستمرار على المثقب ؛

— يجب عند نهاية تخريم الثقوب النافذة تخفيف ضغط

المثقب على القطعة لتلافى خرق طبقة المعدن المتبقية دون تخريم

تحت المثقب ؛

— تجب متابعة صحة سير عملية التخريم باستمرار واتخاذ

الاجراءات اللازمة عند انحراف او انحباس المثقب فى الثقب الجارى

تخريمه وكذلك انفلات المثقب من الظرف او الجلبة الانتقالية

وارتخاء متانة تثبيت القطعة الجارى تصنيعها فى جهاز المشد وكذلك

عند ظهور نواقص اخرى تؤدى الى كسر الاداة او اتلاف القطعة

الجارى تصنيعها .

تصحيح الثقوب هو عملية برد لمعالجة مدخل او مخرج الثقب

باداة خاصة — بمثقب التصحيح ، وذلك لغرض ازالة النتؤات وللتكسيح

او لتشكيل تجويف لاختفاء رؤوس المسامير والقلاووظ والبراغى



والتباشيم . واذا كان من الضروري اعطاء الثقوب شكلا اسطوانيا بدقة اكبر فى القطع التى شكلت بالسكب او الختم بالكبس يقام بعملية تصحيح الثقوب بواسطة مثاقب التصحيح .

واما الثقوب التى تتعرض لمتطلبات متزايدة تتعلق بدقة ودرجة الخشونة للسطح فتجرى معالجتها بعملية توسيع الثقوب والتى تنجز بواسطة مثقب التوسيع . وتوسيع الثقوب هو عبارة عن عملية معالجة نظيفة للثقب تضمن دقة تبلغ ٧ - ٩ كواليتيه و خشونة سطح تبلغ ٧ - ٨ درجات .

وتجرى عملية توسيع الثقب حسب الترتيب التالى :

— يقام بفحص مقدار الزيادة المخلفة للتوسيع والتى يجب ان لا تزيد عن القيمة المقدرة لها ؛

يختار مثقب توسيع (بجزء قاطع خال من النقرات والتجاويف) مناسب للثقب المراد توسيعه ؛

— ينصب مثقب التوسيع على الثقب وتفحص (بالزاوية) عموديته على خط محور الثقب ؛

— تدار المكنة ويدلى مثقب التوسيع الدوار بسلاسة فى الثقب المراد توسيعه .

ويقام عند اجراء عملية توسيع الثقوب فى القطع المصنوعة من الصلب وحديد الزهر بتزيت مثقب التوسيع بزيت محولات القوى او المكنات ، وفى القطع من الالومنيوم بمزيج من التربينتين والكيروسين ، وفى القطع من النحاس بمستحلب . واما الثقوب فى القطع من النحاس الاصفر فيسمح بتوسيعها بلا تزيت — «على الناشف» .

## البند ٩ . القلوطة

تدعى بالقلوطة العملية التى تتشكل نتيجة لانجازها قنوات لولبية على سطوح القضبان والثقوب الاسطوانية تسمى بالقلاووظ . والعناصر الاساسية للقلاووظ هى المقطع والسن والخطوة والعمق والاقطار .

مقطع القلاووظ هو خطوط الوهاد والنتوءات فى المقطع الطولى المار بخط المحور للبرغى او الصمولة .

السن (الدورة) هو جزء القلاووظ الناتج عن دورة واحدة كاملة للمقطع .

الخطوة هى المسافة بين الجوانب المتوازية او قمم النتوءات لسنين متجاورين والمقاسة باتجاه طول خط محور القلاووظ .

عمق القلاووظ هو المسافة من قمة القلاووظ الى اساس المقطع والمقاسة عموديا لخط محور البرغى .

ويتميز القلاووظ بالاقطار التالية : - الخارجى (قطر الاسطوانة المحيطة قرب السطح المقلوظ والذى يقاس للبراغى بقمم مقطع القلاووظ وللصواميل بالوهاد) ، الداخلى (قطر الاسطوانة المماسية فى السطح المقلوظ والذى يقاس للبراغى بالوهاد وللصواميل بقمم القلاووظ) .

وهناك القلاووظ اليمينى واليسارى حيث ان البراغى والصواميل ذات القلاووظ اليمينى تربط (تشد) باتجاه عقارب الساعة ، واليسارى بعكس اتجاه عقارب الساعة . وتستعمل فى الهندسة ثلاثة اشكال من القلاووظ : المترى والانشى والانبوبى . وتقاس الخطوة فى القلاووظ المترى بالمليمترات وفى الانشى يعوض عن الخطوة بعدد الاسنان (الدورات) على طول انش واحد .



وغالبا ما يستعمل فى صناعة المكثات الكهربية قلاووظ مثرى  
يمىنى واما القلاووظ الانشى فىستعمل عند صنع قطع التثبىث وغيرها  
للمعدات الكهربية الجارى اصلاها والتى استعمل فى بنائها هذا  
القلاووظ .

واما القلاووظ الانبوى فله خطوة اصغر نوعا ما من القلاووظ  
الانشى وىستعمل بشكل رىسى فى توصىل الانابىب . وتتم القلوظة  
بواسطة ادوات قلوظة - مقلوظات (انظر الشكل ٤ ، د ، هـ) .  
والقلوظة هى عبارة عن عملية برد تصادف بكثرة عند اصلاح  
المعدات الكهربية وتتطلب المراعاة الصارمة لقواعد انجازها لتلافى  
كسر الاداة واتلاف القلاووظ .

وىقام بقلوظة القضبان يدويا بواسطة المساكاة والمقلوظات  
الانشى واما الثقوب فتقلوظ بواسطة الملوى (مفتاح الصوامىل)  
والمقلوظ الذكر . وتجرى القلوظة بواسطة المساكاة على النحو  
التالى :

- تركب فى المساكاة مقلوظات انشى حسب القلوظة المطلوبة  
وىباعد بينها الى مسافة تزيد بعض الشئ عن قطر القضيب الجارى  
قلوظته ،

- يشد القضيب فى الملمزة فى وضع رأسى بحيث يعلو الجزء  
الجارى قلوظته بمقدار ٢٠ - ٢٥ مم عن مستوى شفاة الملمزة .  
ومن ثم تكسح نهاية القضيب ،

- تلبس المساكاة مع المقلوظات الانشى على القضيب وتشد  
عليه المقلوظات الانشى بواسطة برغى المساكاة ،

- تشحم المقلوظات الانشى والجزء الجارى قلوظته من القضيب  
بزىت مكثات وبعد ذلك يقلوظ القضيب حسب الطول المطلوب

بتدوير المساعة من دورة الى دورة ونصف باتجاه حركة عقارب الساعة ومن ثم بالعكس لدورة ونصف ،

— تدار المساعة فى الاتجاه العكسى (بعكس اتجاه عقارب

الساعة) وحتى خروجها من نهاية القضيب وبعد شد المقلوظات الانثى بالبرغى قليلا ، تكرر العملية حتى الحصول على القلاووظ المطلوب قياسا وجودة ،

— يفحص القلاووظ الناتج بواسطة صمولة تدار على القلوظة الناتجة على القضيب .

واما القلوظة الداخلية فتجرى فى ثقب التجهيزات بالمقلوظات الذكر حسب الترتيب التالى :

— تشد التجهيزة ذات الثقب المجهز للقلوظة فى المازمة ،

— يركب المقلوظ الذكر رأسيا بالضبط فى الثقب الجارى قلوظته ،

— يلبس الملو على تربيعه ساق المقلوظ الذكر وبعد ضغط

الملوى على المقلوظ باليد اليسرى يدار الملو باتجاه حركة عقارب الساعة باليد اليمنى الى ان ينغرس المقلوظ فى معدن الثقب لعدة اسنان والى ان يتخذ وضعاً ثابتاً فيه ،

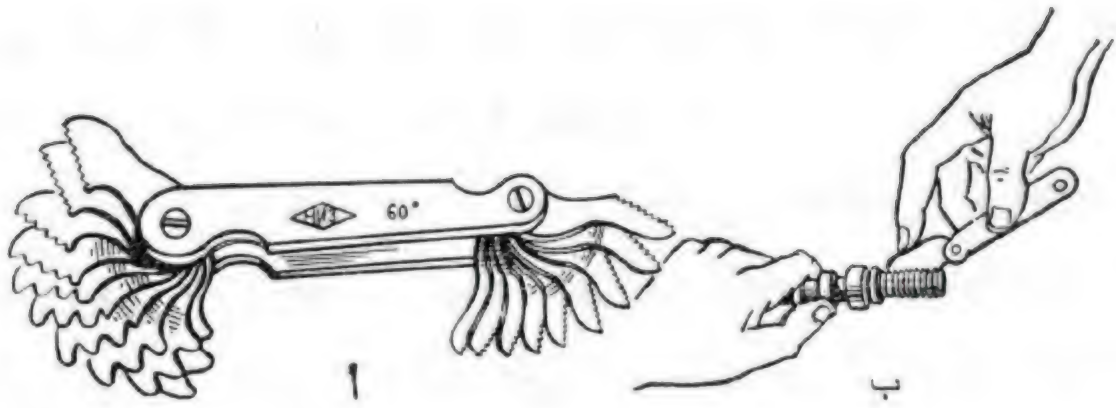
— يدار الملو مع المقلوظ الذكر باليدين مع تبديلهما

كل نصف دورة ، ويقلوظ الثقب حسب العمق المطلوب بتدوير الملو باتجاه حركة عقارب الساعة وعكسها تماما كما فى القلوظة بالمساعة .

وعند اجراء القلوظة غالبا ما تحدث عيوب مثل كسر المقلوظ

الذكر فى الثقب الجارى قلوظته وتقطع القلاووظ او نقصه وكذلك اخفاق القلاووظ . وقد يحدث انكسار المقلوظ الذكر فى الثقب





الشكل ٢٣ . مقياس قلاووظ (أ) وفحص خطوة القلاووظ بواسطة (ب)

من جراء تثلمه او انسداد قنوات المقلوظ بنثار المعدن . ولتجنب تكسر واتلاف القلاووظ من الضروري استعمال مقلوظ ذكر حاد واخراجه مرارا من الثقب لازالة نثار المعدن .

وينتج القلاووظ المتقطع عادة عن التركيب الخاطئ للمقلوظ الذكر او الانثى بالنسبة للقطعة الجارى قلوظتها وعن اجراء القلوظة بمقلوظات مثلمة (بايطة) وكذلك عن عدم استعمال التشحيم . وينتج القلاووظ الناقص عندما يكون قطر الثقب اكبر او قطر القضيب اصغر مما هو مشروط عليه فى المخطط .

ويحصل اخفاق القلاووظ فى حالات يكون عندها قطر الثقب المجهز للقلوظة اقل او قطر القضيب المعد للقلوظة من الخارج اكبر مما هو مقدر فى المخطط . ولتجنب اخفاق القلاووظ ينبغى اختيار القطر الصحيح للثقب والقضيب وكذلك اختيار مقلوظات ذكر وانثى ملائمة لقطر الثقب والقضيب .

وتفحص نوعية وخطوة القلاووظ المترى الخارجى بواسطة مقياس القلاووظ المكون من طقم شرائح لقياس القلاووظ بخطوة من ٠,٤ وحتى ٦ مم . ويشاهد فى الشكل ٢٣ ، أ ، ب المنظر العام لمقياس القلاووظ والفحص الخارجى للقلاووظ بواسطة . واما مراقبة نوعية

القلاووظ الداخلي فتجرى بواسطة كاليبرات - سداة قلاووظية  
نهائية .

### البند ١٠ . الكشط

الكشط هو المعالجة النهائية لسطح التجهيزة او القطعة بطريقة  
ازالة (سلخ) طبقة رقيقة من المعدن عنها بواسطة المكشط . ويلجأ  
الى الكشط للحصول على سطح معالج فى منتهى النظافة العالية .  
ويستخدم الكشط فى الممارسة العملية للاصلاح على الاغلب  
عند معالجة السطوح الداخلية لكراسى التحميل الانزلاقية والتي تصادف  
فى المكنات الكهربائية ذات التصاميم القديمة ، وفى عدد من  
المحركات الكهربائية الحديثة ذات التنفيذ الخاص .  
تجرى عملية الكشط يدويا او آليا . وللكشط اليدوى عدة  
ميزات بالمقارنة مع الكشط الممكن وأهمها : سهولة انجازه بأداة  
بسيطة وامكانية الحصول على نظافة عالية للسطح المعالج . ولذا  
يستخدم الكشط اليدوى للحواضن عند اصلاح المحركات الكهربائية  
مع اعادة صب كراسى التحميل الانزلاقية لها فى معظم الورشات  
الكهربائية للمؤسسات .

ويباشر بكشط حواضن كراسى التحميل الانزلاقية بعد المعالجة  
التنظيفية لسطوحها التشغيلية . ويقام بتحديد القطاعات الماثلة للكشط  
للسطوح التشغيلية لكبرى التحميل والمتلامسة مع عنق المحور  
بواسطة «الصباغ» او بآثار «الاحتكاك الجاف» . ولتحديد هذه  
القطاعات «بالصباغ» يقام بالعمل على النحو التالى :

— يحضر صباغ الكشط المكون من مزيج زيت المكنات مع  
صبغة لازوردية (زرقة) مدقوقة (على هيئة مسحوق) او مع السوريك  
(مسحوق أحمر) والنيلة ،



- يطلى قطاع المحور الذى سيجلس عليه كرسى التحميل بطبقة متساوية رقيقة من صباغ الكشط ،
- تلبس الحواضن على القطاع المطلى للمحور ويضغط عليه ببعض الجهد ومن ثم تدلك بها المحور بتدويرها عدة مرات لليسار ولليمين بزاوية مقدارها  $180^{\circ}$  ،
- تنزع الحواضن عن المحور وتعاين بدقة لتحديد مواقع وعدد وابعاد القطاعات المتلونة على سطح الحواضن ،
- تجهز الاداة اللازمة للكشط وشبلونة لفحص نوعية السطح المعالج بالكشط .

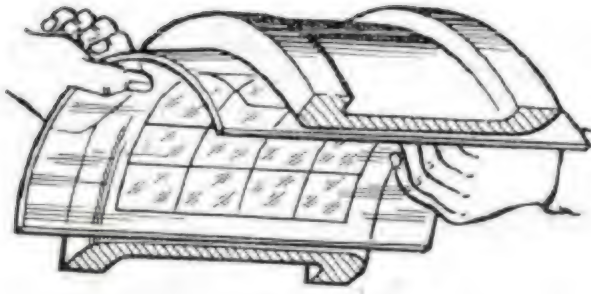
وتنجز العمليات الاساسية لكشط سطوح حواضن كراسى التحميل الانزلاقية حسب الترتيب التالى :

- يثبت الحاضن فى ملزمة ويضغط المكشط على السطح المعالج بيد واحدة واما اليد الاخرى فتتحركه بشرطات صغيرة يسارا ويمينا نازعة (سالخة) بذلك المعدن من السطوح المتلونة للحاضن (الشكل ٢٤) مع مراقبة انسلاخ المعدن بالجزء الاوسط فقط للحافة القاطعة للمكشط ،

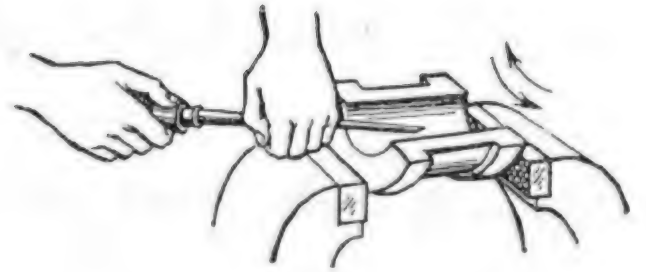
- تلبس الحواضن المكشوفة على المحور وتكرر عملية تدليكها عليه ومن ثم كشطها ،

- تفحص (بعد التدليك والكشط المتكرر) كمية بقع الصباغ المتكونة على سطح الحاضن وذلك بوضع شبلونة من السليولويد ذات شبكة من المربعات قياس  $25 \times 25$  مم (الشكل ٢٥) ،

- يكرر التدليك والكشط الى ان يصبح عدد البقع على السطح المعالج ما لا يقل عن ١٢ بقعة لكل مربع واحد من الشبلونة



الشكل ٢٥ . فحص نوعية السطح  
المكشوط لحاضن كرسى التحميل  
الانزلاقي بواسطة الشبلونة من السليولويد



الشكل ٢٤ . طريقة كشط السطح  
الداخلي لحاضن كرسى التحميل  
الانزلاقي للمكنة الكهربائية

عند المعالجة النصف تنظيفية و ١٥ بقعة عند المعالجة التنظيفية  
و ٢٠ بقعة عند المعالجة الدقيقة .

ومن الأنسب اجراء التشطيب النهائى والأدق لسطوح الحواضن  
بالكشط باسلوب آثار «الاحتكاك الجاف» ، اى بدون طلاء عنق  
المحور بالصباغ . ولانجاز التشطيب بالاسلوب المذكور ينظف  
عنق المحور والسطح المدلك للحاضن من الاصباغ جيدا ومن ثم  
يركب الحاضن على عنق المحور ويدار من جديد دورتان او ثلاث  
ونتيجة لذلك تتشكل على النتوءات الغير كبيرة المتبقية على سطح  
الحاضن قطاعات دقيقة لامعة تجرى ازالتها بالكشط مكمل على هذا  
النحو التشطيب الدقيق .

والكشط هو عبارة عن عملية برادة معقدة تتطلب من العامل  
اتقانا كبيرا وخبرة لازمة لتنفيذها .

### البند ١١ . التبييض واللحام

ان التبييض واللحام هما عبارة عن طريقتين منتشرتين جدا  
للوفاية من الصدأ ولتوحيد القضبان الحاملة للتيار والاسلاك الكهربائية



وغيرها من القطع المعدنية (على الاغلب النحاسية) للمعدات الكهربائية الماثلة للاصلاح .

تدعى بالتبييض عملية طلاء السطح المعدني للقطعة (للمصنوعة) بطبقة رقيقة من معدن آخر او من سبائكها المناسبة لهذه القطعة . وتدعى هذه الطبقة المكونة على الاغلب من القصدير او سبائكها مع الرصاص بالطلاء بالقصدير . ويستعمل التبييض عند تجهيز القطع لتوحيدها باللحام وكذلك لتكوين طبقة حافظة على سطوح القطع تقيها من الصدأ والتآكسد .

ويجرى للسطح المائل لطلائه بالقصدير تنظيف مسبق شامل من الاوساخ والطبقات المتأكسدة والشحوم التي تعيق تشكيل طبقة متينة وجيدة من طلاء القصدير على القطاع المستخدم . ويقام بتنظيف القطع قبيل التبييض يدويا (بالرمل ، بحجر الخفاف ، بورق سنفرة ، بالمبرد ، بفرشاة معدنية) وآليا (بفراشى معدنية دوارة ، بقرص السنفرة) . واما المواد الدهنية فتزال بمذيبات الزيوت .

ويجرى تبيض القطع الصغيرة للمعدات الكهربائية الماثلة للاصلاح بتغويصها في مصهور القصدير واما القطع الكبيرة فبدلك السطوح الخاضعة للتبييض بالقصدير بعد تسخينها الى ٢٤٠ - ٢٦٠°م . ويقام قبل التبييض باية من الوسائل المذكورة بغسل مسبق للسطوح المناسبة للقطع في ماء جار ومن ثم تنشيفها بخرق مسح نظيفة وبعد ذلك تطلى بمحلول كلوريد الخارصين (الزنك) وترش بمسحوق النشادر الناعم .

وتدعى باللحام عملية توحيد (توصيل) المعادن في حالتها الصلبة بواسطة مادة لاحمة مصهورة - مونة اللحام . وتوصل المعادن ببعضها بلحمها بمونات لحام لينة وصلبة .

وتنسب الى المونات اللينة تلك التى تحتوى على القصدير والتى تقل درجة حرارة انصهارها عن  $400^{\circ}\text{C}$  مثل مونة اللحام ПОС-40 التى تحتوى على ٤٠٪ من القصدير ذات الاستخدام الواسع فى اصلاح المعدات الكهربائية . وتدعى بالصلبة المونات صعبة الانصهار (درجة حرارة انصهارها تزيد عن  $700^{\circ}\text{C}$ ) والتى تكون فى الاساس من النحاس والزنك .

وللحصول على توصيل متين للمعادن بواسطة اللحام من الضرورى تنظيف السطوح المائلة للتوصيل مسبقا من الاوساخ والصباغ والمواد الدهنية تماما كما فى عملية التحضير للتبييض . وتكون على سطوح المعادن دائما طبقات متأكسدة تنبغى ازالتها قبل بدء اللحام مباشرة ، بيد ان اكسدة هذه الطبقات قد تحدث اثناء اللحام ولذا فان عملية اللحام تجرى باستعمال مواد كيماوية نشطة - صهورات . والصهورات لا تقوم بوقاية سطوح المعادن الموحدة باللحام من التأكسد وحسب ، بل وتزيد من مقدرة مونات اللحام على الانسياب والتغليف وتحسن من ظروف اللحام . وعند اختيار الصهورات من الضرورى اخذ ما يلى بعين الاعتبار :

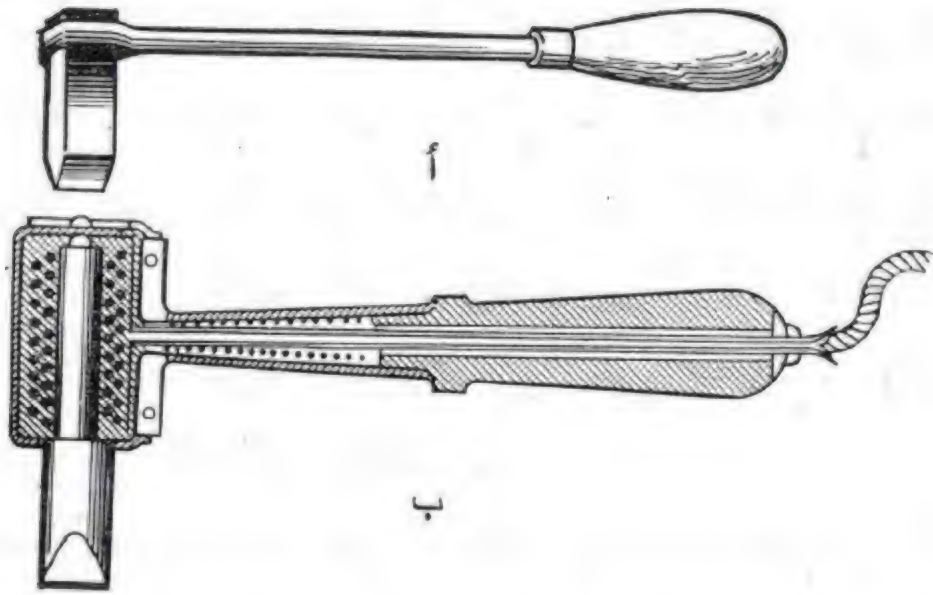
— يجب ان تكون درجة حرارة انصهار الصهور ادى من تلك لمونة اللحام ؛

— يجب ان لا يتحد الصهور مع المعدن الاساسى ومونة اللحام ؛

— يجب على الصهور ان يطفو على سطح المعدن عند اللحام وان لا يبقى فى الخط الملحوم وان يزال بسهولة عن سطح الوصلة بعد اللحام .

وكثيرا ما يستعمل كصهورات صمغ الصنوبر والبارافين والنشادر





الشكل ٢٦ . كاويات لحام تستعمل للحام اليدوى :  
أ - عادية ، ب - كهربائية

والبورق المصهور وحامض البوريك وهى على شكل معاجين او  
مراهم او مساحيق او محاليل .

ويجرى اللحام بواسطة ادوات لحام يدوية او بمعدات لحام  
خاصة . وتستعمل على الاغلب عند اصلاح المعدات الكهربائية  
ادوات لحام يدوية : كاوية لحام عادية (الشكل ٢٦ ، أ) تسخن  
بمصدر حرارى خارجى ، وكاوية لحام كهربائية (الشكل ٢٦ ، ب)  
تسخن بالتيار الكهربائى .

ويجرى اللحام بالكاويات اليدوية باستعمال المونات المركبة  
من القصدير والرصاص حسب الترتيب التالى :

— تنظيف سطوح القطع الجارى توصيلها من الاوساخ وطبقات  
الاكاسيد ومن ثم تزال الشحوم وتغطى بالصهور ،

— تركيب وتثبيت القطع الجارى توصيلها فى اسهل وضع لتنفيذ  
عمليات اللحام ،

— يبرد الجزء التشغيلى للكاوية استعدادا للعمل على هذا الشكل ،

— تسخن الكاوية بلهيب وابور الكاز او سخان الغاز (اما الكاوية الكهربائية فتوصيلها فى الشبكة الكهربائية) حتى درجة حرارة ٣٥٠ — ٤٠٠ مئوية ، ويزال عن الجزء التشغيلي لها الخبث الناتج عن التسخين ،

— تؤخذ بالكاوية الكمية اللازمة من المونة وتجري بها عدة حركات للامام وللخلف على قطعة من النشادر الى ان يغطي الجزء التشغيلي للكاوية بطبقة مستوية من المونة ،

— توضع الكاوية بجزئها التشغيلي على قطاع التوصيل وتحرك ببطء حيث يتم تسخين القطع وتوحيدها فى آن واحد ،

— يغسل ويمسح القطاع المبرد للتوصيلة ومن ثم تفحص نوعية اللحام ومثانة التحام القطع حيث لا يجب ان تكون فى الخط الملحوم شقوق وتقطعات ، ويجب ان تكون القطع متحدة بمثانة بدون انحرافات وتباعدات .

وعند ضرورة توصيل قطع من الصلب بواسطة اللحام بالقصدير يقام مسبقا بالتبييض ومن ثم تلحم بالطريقة العادية باستعمال مونات لحام صلبة ذات تركيب مناسب . وتوصل القطع من الالومنيوم ببعضها باللحام بمونات صلبة بعد التبييض المسبق واما القطع من سبائك النحاس فتوصل ببعضها بمونات لحام مركبة من النحاس والزنك .

ومن الضروري اعداد القطع للتبييض واللحام وكذلك تبييضها ولحمها مع المراعاة الصارمة لتكنولوجيا هذه العمليات . ان ثبات وديمومة الفترات مابين اصلاحية لعمل محولات القوى والمكثات الكهربائية واجهزة التحويل المرممة يعتمدان الى حد كبير على جودة تنفيذ عمليات التبييض واللحام .



## البند ١٢ . معلومات أساسية عن العملية التكنولوجية للمعالجة بالبرادة

تدعى بالعملية التكنولوجية للمعالجة بالبرادة جملة عمليات البرادة التي تنفذ منهاجيا وعلى التوالى والموجهة لتغيير خواص او اشكال المادة او التجهيزة بهدف الحصول على قطعة جاهزة . ويجب ان تنفذ عمليات المعالجة بالبرادة مع مراعاة الانظمة المتخذة وطرق مراقبة الجودة المشترطة بالعملية التكنولوجية . كما ويجب ان تكون الادوات والآليات والمكنات المستعملة لهذه العمليات ، وكذلك طرق واساليب معالجة المواد والتجهيزات والقطع بالبرادة ان تتناسب بالتكنولوجيا المتبعة . تستعمل فى الوثائق الفنية وعند وصف العمليات التكنولوجية للمعالجة بالبرادة التعابير والمفاهيم التالية :

القطعة — هى مصنوعة جهزت من مادة متجانسة بالتسمية والنوع دون استخدام عمليات تجميع (مثلا ملامس الجهاز الكهربائى ومحور (عمود) العضو الدوار للمحرك الكهربائى) ،

وحدة تجميع — هى مصنوعة تكون اجزاؤها المركبة خاضعة للتوصيل او تكون موصولة ببعضها بواسطة مختلف عمليات التجميع (بالبراغى واللحام والكبس وغيرها) ،

المعدات التكنولوجية — هى وسائل الانتاج التى يتم بواسطتها انجاز العملية التكنولوجية لمعالجة المواد والتجهيزات والقطع (مكنة الخراطة وجهاز اللحام بالكهرباء) ،

العدة التكنولوجية — هى وسائل الانتاج التى اشترط عليها فى العملية التكنولوجية والتى تكمل المعدات التكنولوجية عند انجاز عمليات الانتاج (اختام الكبس وقوابله والموصلات) وكذلك الادوات

المخصصة لتركيب وتثبيت الاغراض الجارية معالجتها في الوضع المطلوب بالنسبة للاعضاء التشغيلية للمكنة والادوات القاطعة وكذلك وسائل الرفع والنقل التي تستخدم لتحريك ونقل القطع والمصنوعات الجارية معالجتها ولانجاز اعمال التجميع ،

الوثائق التكنولوجية - هي الوثائق الخطية والمنسوخة التي تحدد العمليات التكنولوجية لاصلاح او صنع القطع (البطاقات التكنولوجية وخط سير العمل والمخططات وغيرها من الوثائق) ،

البطاقة التكنولوجية - هي شكل للوثائق التكنولوجية يشار فيه الى كامل عملية معالجة التجهيزات والقطع وتذكر فيها العمليات او مشتقاتها والمواد المستعملة ومعدات الانتاج والعدة التكنولوجية وانظمة الاخيرة . وتحدد ايضا المدة اللازمة لصنع التجهيزات او القطع كما وتحدد فيها كفاءة العمال القادرين على انجاز عمليات المعالجة المناسبة وتذكر فيها ارشادات اخرى متعلقة بالعملية التكنولوجية . ان العملية التكنولوجية لمعالجة التجهيزات والقطع وكذلك لتجميع وضبط الوحدات التجميعية تتألف من عدة عمليات تنفذ على التوالي .

تدعى بعملية البرادة الجزء المنتهى من العملية التكنولوجية لمعالجة التجهيزة او القطعة والتي تنجز مرة واحدة بدون توقف الى حد الانتقال الى معالجة التجهيزات والقطع الاخرى . ان مفهوم «عملية البرادة» هو مصطلح عليه وذلك لان عملية المعالجة ذاتها بالبرادة والتي تنجز في مؤسسات او في ظروف مختلفة يقام بتحديداتها بطرق مختلفة من وجهة نظر تكنولوجيا انجازها . وقد تكون عمليات البرادة في بعض المؤسسات موحدة وفي غيرها مجزأة الى عدة عمليات صغيرة وذلك تبعا لمستوى تنظيم الانتاج والعدة التكنولوجية وصعوبة



العمليات والتكنولوجيا المتبعة . ويقام عند الاصلاح باتباع النظام الموحد لعمليات البرادة حيث يتم فيه انجاز مجموعة عمليات المعالجة بالبرادة باكملها من قبل الميكانيكى الكهربائى لوحده فى مكان عمل واحد .

وتتألف عملية المعالجة بالبرادة من الانتقال والمرور والتركيب والوضعية .

الانتقال - هو جزء من عملية البرادة يتم انجازه بدون استبدال الاداة وتغيير وضع القطعة المعالجة (فى الملازمة او على الممكنة) وفى نظام ثابت للمعالجة .

المرور - هو جزء من الانتقال الذى تزال اثنائه طبقة واحدة من المعدن عن السطح المعالج . والمرور هو عمل متكرر لعدة مرات عند انجاز عمليات مثل البرد والكشط .

التركيب - هو جزء من عملية البرادة المنجزة مع تثبيت القطعة المعالجة مرة واحدة على الممكنة او فى الملازمة او فى جهاز آخر . وتسمى بالوضعية كل وضع للقطعة المعالجة بالنسبة للاداة القاطعة .

وتوجد فى تكنولوجيا المعالجة بالبرادة الاشكال التالية للمعالجة : السلخ والمعالجة الخشنة والتنظيفية والتشطيبية النهائية . تدعى بالسلخ المعالجة الاولى (التقريبية) لسطح التجهيزة حيث يقام اثنائها بنزع الجزء الاكبر من التفاوت المسموح الكلى . واما المعالجة الخشنة فهى العملية التالية بعد السلخ لمعالجة التجهيزة والتى تنفذ غالبا قبل الانتقال الى المعالجة التنظيفية . وتدعى بالتنظيفية معالجة القطعة التى يتم عندها البلوغ الى خشونة السطح التى لا تتميز عندها المعالجة بالنظافة العالية والدقة . وتعتبر التشطيبات النهائية

المعالجة الختامية بالبرادة حيث يتم عندها التوصل الى النظافة والدقة العاليتين لمعالجة سطح القطعة المشترطة بالمخطط .

وتستعمل جميع هذه الاشكال للمعالجة بالبرادة عند اصلاح محولات القوى والمكنات الكهربائية واجهزة التحويل .

ويجب على الميكانيكى الكهربائى - عامل الاصلاح - اثناء تنفيذ العمليات التكنولوجية للمعالجة بالبرادة واعمال التجميع ما يلى :

- استخدام قواعد الامن الصناعى المقررة ووسائل الوقاية ( نظارات واقية ، قفازات ، اغطية واقية للاذنين ، قفازات مطاطية ، ثوب العمل وغيره ) ،

- استعمال ادوات برادة صالحة فقط ومشرطة بالذات لتلك العملية ،

- فحص صلاحية الادوات الكهربائية للعمل وتناسبها مع فلتية شبكة التغذية ( ويجب قبل توصيل الادوات الكهربائية بالشبكة المغذية تأريضها بشكل مأمون وذلك بتوصيلها الى شبكة التأريض الصالحة ) ،

- يجب عند المباشرة بالعمل على المكنة التأكد من صلاحيتها ووجود الحواجز المطلوبة ،

- عند معالجة القطعة على مكنة التخريم يجب ان لا يمسك بالمحور الدوار او الظرف او الاداة القاطعة ، ويجب على الفور ايقاف المكنة حال خفقان العمود الدوار او استعصاء الاداة القاطعة او ظهور اى خلل آخر ،

- تركيب القطعة المعالجة صحيحا وثبتها بمتانة ،

- الالتزام الصارم بالتكنولوجيا المشترطة فى الوثائق التكنولوجية

للمعالجة بالبرادة وتجميع القطع فى وحدة تجميعية .



- ويجب على الميكانيكى الكهربائى اثناء عمله ان يلتزم بالقواعد التالية لحفظ الصحة والعناية بمكان العمل :
- عدم غسل اليدين بالكيروسين والبنزين وزيت التشحيم والمستحلبات وعدم تنشيفهما بخرق المسح الملوثة بنثار او برادة المعادن وذلك لمنع اصابة جلد اليدين ،
  - تناول الطعام فى المكان المخصص لهذا الغرض ،
  - عند العمل مع استعمال الرصاص ومونة اللحام والبابيت غسل اليدين باستمرار بماء دافىء واما عند استعمال الحوامض فتغسل اليدين بمحلول الصودا بنسبة ٥٪ فى الماء ،
  - رفع القطع والتجهيزات والمواد والادوات عند انتهاء العمل .
- ويجب على الميكانيكى الكهربائى ان يستهلك المواد باقتصاد وان يحافظ على سلامة المعدات والادوات وتلافى اتساخ الوسط المحيط بنفايات الانتاج وان يبذل جهده فى تحسين نوعية الاصلاح وانتاجية العمل والكفاءة الشخصية وان لا يتسامح مع المخلين بانظمة العمل والتكنولوجيا .

#### اسئلة للمراجعة

- ١ - كيف يجب ان يكون مكان عمل الميكانيكى الكهربائى منظما ومزودا بالعدة ؟
- ٢ - كيف وبأية أدوات تنجز اعمال التأشير (التعليم) ؟
- ٣ - ما هى ادوات القياس التى تستعمل عند القيام باعمال التأشير ؟
- ٤ - اذكر الأدوات القاطعة المستعملة عند تخريم وتوسيع الثقوب وكذلك حدث كيف تنجز هذه العمليات ؟
- ٥ - ماذا تعرف عن نظام التفاوت المسموح والتجاليس واين يستعمل هذا النظام ؟
- ٦ - حدث فى اى تتابع وكيف تنجز عمليات التبييض واللحام بالقصدير ؟
- ٧ - متى وعلى اى نحو تجرى عملية الكشط فى الممارسة العملية للاصلاح ؟
- ٨ - اذكر متطلبات سلامة العمل والعناية بالصحة الشخصية والتى يجب على الميكانيكى الكهربائى الالتزام بها ؟

## التنظيم والتخطيط المنهجي لاصلاح محولات القوى والمكنات الكهربائية واجهزة التحويل

البند ١٣ . اشكال اهتراء المعدات الكهربائية واسبابه

ان عمل المعدات الكهربائية مصحوب حتما باهترائها البطئ وبضرورة الاصلاح الدورى نتيجة لذلك . ويمكن اصطلاحا تقسيم هذا الاهتراء حسب طبيعته والاسباب المؤدية له الى الاشكال التالية :

ميكانيكى وكهربائى ومعنوى .

ويحصل الاهتراء الميكانيكى للمعدات الكهربائية من جراء تأثيرات ميكانيكية متغيرة لمدة طويلة او دائمة على بعض قطعها او وحداتها التجميعية حيث تتغير نتيجة لها اشكالها الاولى وتسوء نوعيتها ، ومثال على ذلك تكوين اثلام (اخاديد) عميقة على سطح عضو التوحيد فى المكنة الكهربائية . وقد يصبح السبب فى الاهتراء الميكانيكى السريع لعضو التوحيد التأثير الطويل للفراشى المشدودة اليه بقوة تفوق قوة الضغط المسموحة او الاختيار الخاطئ لنوع الفراشى مثلا ان تكون اكثر صلابة من تلك المقدرة لعضو التوحيد . ويعبر عن الاهتراء الميكانيكى فى المعدات الكهربائية بالتآكل الاحتكاكى وبتغير الشكل الاولى للملامسات وبضعف زنبركات الآلية وغيرها . وتهترئ فى المحركات الكهربائية بسبب الاحتكاك



بشكل رئيسى اعناق المحاور وكراسى التحميل وحلقات التلامس  
للاعضاء الدوارة .

واما الاهتراء الكهربائى فهو فقدان المواد العازلة الذى لا يعوض  
لخواصها العازلة فى المعدات الكهربائية ، فمثلا : تهترئ عوازل  
الشقوق للمكونات الكهربائية وعوازل اسلاك ملفات المحول او الاجزاء  
العازلة للاجهزة وغيرها . وغالبا ما يحدث الاهتراء الكهربائى للعوازل  
نتيجة لتشغيل الوحدات الكهربائية لمدة طويلة وتأثير درجات الحرارة  
العالية الغير مسموح بها وكذلك المواد الكيميائية الضارة حيث يؤدى  
هذا الى العتق الشديد للعازل وبالنتيجة الى اغلاق الدائرة الكهربائية  
ما بين فتائل الملفات والوشائع وكذلك خرق العوازل وظهور جهود  
ذات كمية خطرة فى بعض اجزاء المعدات الكهربائية غير الواقعة  
تحت الجهد فى الظروف العادية، اى ان ذلك يؤدى الى خلل  
تتطلب ازالته اصلاحا شاملا للمعدات الكهربائية .

والاهتراء المعنوى هو نتيجة لعتق المعدات الكهربائية  
الاحتياطية والعاملة رغم صلاحيتها والتى يكون استخدامها اللاحق غير  
مناسب نتيجة لاختراع معدات مماثلة فى الهدف ولكنها اكثر تطورا  
من الناحية الفنية والاقتصادية . ان هذا النوع من اهتراء المعدات  
الكهربائية هو عبارة عن ظاهرة طبيعية مشترطة بتطور العلم  
والتقدم التكنولوجى المستمر . غير ان استخدام المعدات الكهربائية  
المهترئة معنويا قد تصبح ذات فائدة من الناحية الاقتصادية  
والتكنولوجية اذا ما تم اثناء الاصلاح الشامل تحديثها واذا اصبح  
بالامكان التقريب الى اقصى حد لمعطياتها التكنولوجية الاقتصادية  
من معطيات المعدات الكهربائية المماثلة لها فى الهدف ولكنها اكثر  
حداثة . ان لتحديث المعدات الكهربائية اهمية كبرى فى الاقتصاد  
الوطنى .

## البند ١٤ . انظمة الاصلاحات وتصنيفها

ان المحتوى الاساسى لنظام الاصلاح المنهجى الوقائى للمعدات الكهربائية ، والمتبع فى عدد من البلدان هو عبارة عن المنهجية والوقاية ، اى التنفيذ المنهجى لمجموعة من الاعمال الوقائية والتدابير الخاصة للعناية بالمعدات واصلاحها . واما تعاقب الاصلاحات ودوريتها وحجومها فتقرر حسب هذا النظام تبعا لانظمة عمل المعدات الكهربائية والوضع التكنولوجى وظروف استخدامها . اذ تؤخذ بعين الاعتبار فى هذه الحالة تأمين العمل المستمر للمؤسسة وامن العاملين فى خدمتها واطالة فترات ما بين اصلاح واخر وتقليص فترة مكوث المعدات الكهربائية فى الاصلاح . وعلى هذا الشكل فان هذا النظام المنهجى للتدابير التنظيمية والتكنولوجية يكون تنفيذها موجهة لتأمين العمل المستمر بلاحوادث للمعدات الكهربائية . ونتيجة لاستخدام هذا النظام فى عدد من الفروع الرائدة فى الصناعة لسنوات طويلة فقد انخفضت بحدّة عدد الحوادث للمحركات الكهربائية ومحوّلات القوى واجهزة التحويل وازدادت فترة عمل المعدات الكهربائية وطال زمن الدورة بين الاصلاحات وارتفع مستوى خدمات الاصلاح للمعدات الكهربائية .

والنظام المختار لادارة الاصلاح المنهجى الوقائى يبدى تأثيرا كبيرا على المؤشرات التكنولوجية والاقتصادية لاصلاح المعدات الكهربائية .

وتوجد ثلاثة انظمة اساسية لاصلاح المعدات الكهربائية فى المؤسسات : مركزى ولا مركزى ومختلط .

وفى حالة النظام المركزى فان اصلاح المعدات الكهربائية يتم من قبل احدى او بعض خدمات الاصلاح المختصة بانواع



المعدات او طبيعة العمل . وهذه الخدمات تخضع لكبير مهندسى الطاقة فى المؤسسة .

واما الطاقم القائم بخدمة المعدات الكهربائية فى الورشة ومحطة التحويل فانه يقوم فى هذا النظام فقط بانجاز اعمال الاشراف والعناية والاصلاح الجارى الخفيف .

واما النظام اللامركزى فيتميز بعدم وجود خدمات الاصلاح المختصة ويقوم بجميع اعمال الاصلاح الكهربائى طاقم متجمع فى ورشات الاصلاح الكهربائى او فى الفرق الخاضعة اداريا لرئيس القسم الانتاجى المناسب ، مثلا الورشة او القطاع ، وفعليا لكبير مهندسى الطاقة فى المؤسسة .

ويختلف النظام المختلط لادارة اصلاح المعدات الكهربائية عن غيره من الانظمة بانه لا توجد فى الاقسام الانتاجية ورش وفرق اصلاح كهربائية ذاتية تقوم بانجاز اصلاحات صغيرة فى الحجم والصعوبة فحسب بل بوجود خدمات اصلاح مختصة تقوم بانجاز اعمال معقدة وكبيرة فى الحجم متعلقة باصلاح المعدات الكهربائية . والنظام المركزى لاصلاح المعدات الكهربائية فى المؤسسات الصناعية الكبرى ذات المعدات الكهربائية عالية القدرة هو أكثر الأنظمة ملائمة وتقدمية وذات منفعة اقتصادية .

ويقضى نظام الاصلاح للمعدات الكهربائية فى المؤسسات الصناعية لعدد من فروع الصناعة بانجاز بعض اشكال الاصلاح (الجارى والشامل ، الوسطى والشامل او الجارى ، والوسطى والشامل معا) واكثر الانظمة تقدمية هو النظام الذى يقضى بانجاز شكلين من اشكال الاصلاح - الجارى والشامل - للقسم الاكبر من المعدات الكهربائية .

وعند الاصلاح الجارى تستبدل الاجزاء الصغيرة وتزال العيوب الصغيرة وتضبط الاجهزة الميكانيكية للمعدات الكهربائية ويؤمن سير العمل الطبيعى الى حين الاصلاح المخطط الدورى .

وتمت الى الاصلاح الجارى اعمال تنظيف المعدات الكهربائية وإعادة لف قطاعات غير كبيرة من لفيفة العوازل المتضررة فى المكنات الكهربائية وكذلك إعادة جاهزية المصاهر الواقية مع استبدال الحشوة المنصهرة وتنظيف الملامسات المحترقة للاجهزة وكذلك غسل كراسى التحميل للمحركات الكهربائية واستبدال الفراشى المتآكلة وشد مثبتات المعدات الكهربائية وماشابهها من اعمال . وتفحص اثناء عملية الاصلاح الجارى حالة عوازل ملفات المكنات والمغناطيسات الكهربائية لاجهزة فصل التيار . وتجرى كذلك اختبارات وقائية مختلفة بهدف تبيان وازالة العطب الموجود فى المعدات الكهربائية فى حينه . وتنفذ الاصلاحات الجارية عادة بدون فك المعدات الكهربائية وذلك بايقاف المعدات الانتاجية لفترات قصيرة .

وقد جرى اعتبار الاصلاح وسطيا عندما يؤدى تنفيذه الى تجنب خطورة التآكل الفائق عن الحد لأكثر القطع والوحدات التجميعية أهمية للمعدات الكهربائية ، أو عندما يحول الاصلاح دون تعطلها كليا . ويقام عند هذا الشكل من الاصلاح باستبدال قطع مستقلة من آليات الاجهزة وإعادة متانة التوصيلات الكهربائية وازالة عيوب العوازل للاجزاء الامامية لملفات المحركات الكهربائية واصلاح ماسكات الفراشى مع استبدال الزنبركات والوصلات المرنة وفتح دروب جديدة فى اعضاء التوحيد للمكنات الكهربائية وجلخ حلقات التلامس فى المحركات الكهربائية ذات الاعضاء الدوارة الطورية ، واستبدال الملامسات المنصهرة سواء التشغيلية منها او الخاصة باطفاء



الاقواس الكهربائية فى اجهزة فصل التيار ، وكذلك تستبدل وشائع  
المغناطيسات الكهربائية لاجهزة الفصل الاوتوماتية وما شابهها .  
ويعاد تعمير او تبديل بعض الاجزاء والقطع الاساسية للمعدات  
الكهربائية فى حالة الاصلاح الشامل . وكمثال على ذلك يتم فى  
الاصلاح الشامل اجراء عملية اعادة لف ملفات الاعضاء الدوارة او  
الساكنة فى المحركات الكهربائية ولف وتثبيت الملفات القطبية لمكونات  
التيار المستمر واعادة كراسى التحميل الانزلاقية للمحركات  
الكهربائية وكذلك لف وتثبيت لفيفة جديدة لمحول القوى الكهربائى  
وغيرها .

وكقاعدة ، فان انجاز الاصلاحات الشاملة للمعدات الكهربائية  
مرهون بضرورة فكها جزئيا او كليا . وفى بعض الحالات ، اى عند  
الاصلاحات الشاملة ، يقام بتحديث المعدات الكهربائية ، اى  
انها تتعرض الى تغيير بنائها على احدث طراز مع تحسين نوعياتها  
التشغيلية وزيادة متانتها وصلاحية ترميمها او زيادة امان الاجهزة  
ومحولات القوى والمكونات الكهربائية الجارى اصلاحها . والهدف  
الرئيسى من التحديث هو تقريب المعطيات التكنولوجية للمعدات  
الكهربائية القديمة والتي ليست على اكمل وجه ، من المواصفات  
التكنولوجية للمكونات والاجهزة الكهربائية الاحداث طرازا . ويجرى  
التحديث اثناء الاصلاح الشامل عندما يسمح تكوين المعدات  
الكهربائية الجارى اصلاحها بادخال التعديلات المطلوبة .

واما النفقات اللازمة من وقت واموال وجهد ومواد لتحديث  
المعدات الكهربائية فيجب ان تعوض بالنتائج التكنولوجية والاقتصادية  
التي تتحقق بعد التحديث واما اذا كان التحديث الجارى انجازه  
للمعدات الكهربائية اثناء الاصلاح الشامل مرهونا بضرورة احدث

تغييرات جذرية فى تكوينها ومواصفاتها التكنولوجية الاساسية فان هذا النوع من الاصلاح يدعى بالاصلاح الشامل مع اعادة البناء .

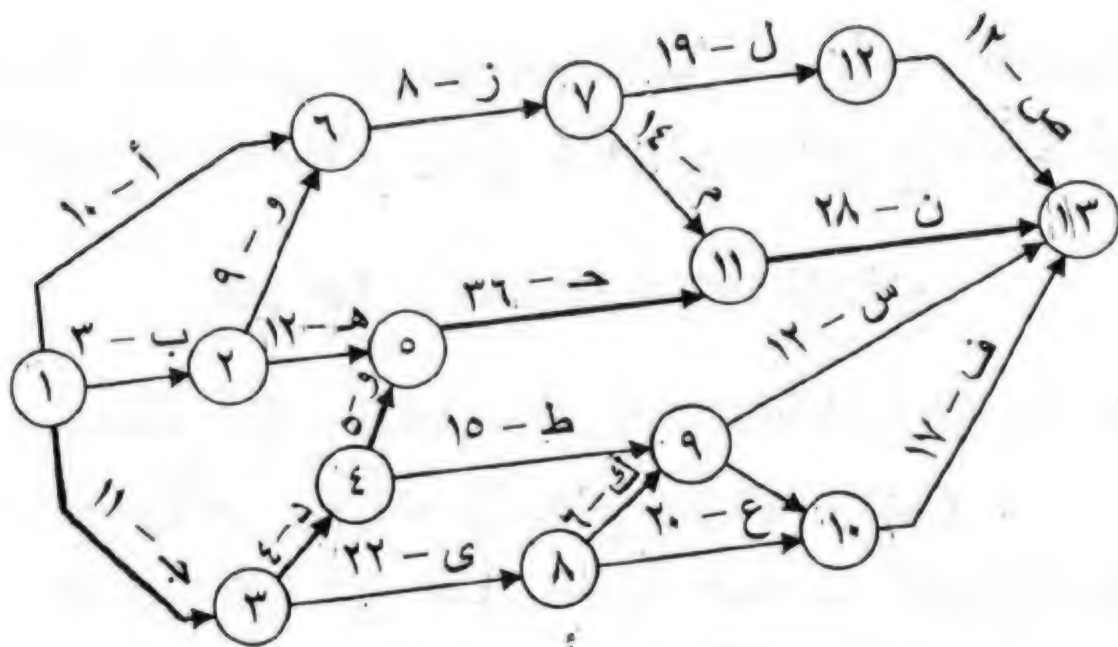
### البند ١٥ . تخطيط اعمال الاصلاح

يخطط اصلاح المعدات الكهربائية انطلاقا من الفترات ما بين الاصلاح والآخر ودورات الاصلاح وهيكلها (بنيتها) .  
وتدعى الفترة التى تعمل خلالها المعدات الكهربائية والواقعة بين اصلاحين منهجين بفترة ما بين الاصلاح والآخر . ومثال على ذلك الفترة بين اصلاحين جاريتين او بين اصلاحين جار وشامل .  
ودورة الاصلاح هى الفترة الزمنية التى تعمل خلالها المعدات الكهربائية بين اصلاحين شاملين او الفترة الواقعة بين لحظة بدء استخدام المعدات الكهربائية وحتى اول اصلاح شامل .  
واما بنية دورة الاصلاح فهى مجمل الاصلاحات الجارية والوسطية التى تنفذ بين الاصلاح الشامل والآخر ، اى خلال دورة اصلاحية واحدة.

والزمن الحسابى او الفعلى الذى تكون المعدات الكهربائية خلاله قادرة على العمل طبيعيا حسب النظام المقرر يعتبر اساسا لتحديد المدة الواقعة بين الاصلاح والآخر ومدة دورة الاصلاح .  
وتعتبر اطول فترة عمل لأكثر قطع ووحدات تجميع المعدات الكهربائية تآكلا احد العوامل المحددة لهذا الزمن .

وتخطط عادة اصلاحات المعدات الكهربائية للمؤسسات لمدة سنة مقسمة الى فصول واشهر . وهذا التنظيم المنهجى للاصلاح يدعى بالجارى . والى جانب التخطيط الجارى ينفذ التخطيط الفعال لاصلاح المعدات الكهربائية بواسطة المخططات الشبكية .





الشكل ٢٧ . التخطيط الشبكي لاصلاح المعدات الكهربائية :

أ - نموذج المخطط الشبكي ، ب - موصل جامع الاغراض لوضع المخططات الشبكية

وقد يكون المخطط الشبكي للاصلاح عاما او محليا . حيث ان المخطط الزمنى الشبكي العام يقضى باصلاح مجموعة معدات كهربائية معينة ، مثلا وحدة كهربائية مستقلة ومعدات كهربائية

مستقلة ومعدات كهربائية فرعية او ورشة ، واما المخطط الشبكي المحلي فيعد عند القيام باصلاح وحدة كهربائية كبيرة مستقلة ، مثلا محرك كهربائي على القدرة او محول قوى كهربائي . ويرى فى الشكل ٢٧ ، أ نموذج لرسم تقريبي لمخطط شبكى . ويتكون المخطط الشبكى من سهام بلا مقياس ، تدل على الاعمال ، ومن دوائر (أو اشكال هندسية اخرى) تدل على الحوادث . والعمل هنا يعنى عملية انتاجية محددة للاصلاح (او لجملة اصلاحات) تتطلب زمنا ومواد واستخدام ادوات واجهزة مختلفة . والحادث هو نتيجة بينية او نهائية لعمل ما او لعدة اعمال ، وهى ضرورية لبدء اية اعمال اخرى تقتضيها تكنولوجيا الاصلاح .

وهكذا فان المخطط الشبكى هو عبارة عن تمثيل تخطيطى لعمليات الاصلاح وعناصر العملية الانتاجية للاصلاح ، وكذلك الروابط المشتركة بينها ، والنظام والتعاقب التكنولوجى لانجازها . ويبدأ بوضع المخطط الشبكى لاصلاح المعدات الكهربائية بعد التحديد المسبق للروابط المتبادلة بين الاعمال ، وبعد تنسيقها مع التعاقب التكنولوجى لانجاز الاعمال الاصلاحية الكهربائية الجارى تخطيطها . وعند وضع المخطط الشبكى فان السهام التى تدل على اتجاه الاعمال يجب ان تتجه من اليسار الى اليمين واما رقم الحادث الذى يخرج منه عمل ما فيجب ان يكون اقل من رقم الحادث الذى يدخله السهم (العمل) . ويمنع بتاتا استعمال ارقام الحوادث نفسها مرتين فى المخطط الواحد . ويجب ان يكون لكل الحوادث ما عدا الحادث النهائى ١٣ استمرار على شكل سهام ترمز للاعمال . وفى نموذج المخطط الشبكى يشكل الحادث ١ بداية للاعمال أ- ١٠ و ب- ٣ و ج- ١١ واما الحوادث ٢ و ٣ و ٦ فهى



نتائج هذه الاعمال . والحوادث اللاحقة التي كانت نتائج للاعمال السابقة أ - ١٠ و ب - ٣ و ج - ١١ تصبح بدورها بداية للاعمال د - ٤ و هـ - ١٢ و و - ٩ وهلمجرا .

ويجرى عند وضع المخطط الشبكي التمييز بين الاعمال الداخلة والخارجة . وهكذا فالحدث ٢ له عمل داخل هو ب - ٣ واعمال خارجة هي : هـ - ١٢ و و - ٩ وهلمجرا . والارقام التي تأتي بعد الحروف في المخطط الشبكي تشير الى مدة الانتظار (بالاشهر او الاسابيع او الايام او الساعات) او الى مدة الانجاز لاعمال مستقلة بين حادثين . وتظهر بوضوح في المخططات الشبكية للاصلاح تلك الاعمال التي تتوقف عليها المدة العامة لاتمام جملة اعمال الاصلاح لمكنة كهربائية مستقلة او لمعدات كهربائية لورشة ما او لوحدة كهربائية تابعة لمؤسسة . وتحدد هذه المدة بتعاقب اعمال الاصلاح التي تأخذ اطول مدة واقعة بين اول حادث وحتى الحادث الاخير . واهم عناصر المخطط الشبكي هو تعاقب انجاز اعمال الاصلاح الذي يحدد الطريق الحرج المبين في المخطط بسهام غليظة . وان انقاص او اضافة مدة اعمال الاصلاح الواقعة على الطريق الحرج يحدد المدة الكلية اللازمة لاعمال الاصلاح . وتطبيقا لاصلاح محول قوى كهربائي فالحدث ١ (الشكل ٢٧ ، أ) قد يعنى فك المحول واما الحادث ١٣ فقد يعنى اختباره بعد الاصلاح . وللتخطيط الشبكي للاصلاح دور تنظيمي كبير . ويتم التخطيط الشبكي في مؤسسات الاصلاح العصرية بواسطة موصلات جامعة الاغراض مخصصة لمختلف المخططات الشبكية من حيث التعقيد والهدف ومن حيث مواضيع الاصلاح وغيرها . والموصل جامع الاغراض (الشكل ٢٧ ، ب) هو عبارة عن

طقم من الالواح البلاستيكية المثقبة . ولسهولة الاستعمال تحضر الالواح البلاستيكية بالوان مختلفة . وحين وضع المخطط الشبكي للاصلاح ، تدخل فى الثقوب (الاقواب) المناسبة للالواح اشارات بلاستيكية على شكل سهام ودوائر ومربعات تعنى اوضاع المخطط الشبكي . واستخدام الموصلات جامعة الاغراض فى التخطيط الشبكي للاصلاح يتيح الاسراع لدرجة كبيرة فى وضع المخططات وتبسيط عملية التخطيط وتسهيل عملية تصحيح الخطة الجاهزة اثناء وضعها واثناء انجاز اعمال الاصلاح .

وبمساعدة المخطط الشبكي يتيح التخطيط الجارى والفعال باستخدام طاقم الاصلاح بشكل أفضل و برفع انتاجية عمله .

#### البند ١٦ . تركيب عنبر الاصلاح الكهربائى وقوام معداته

يتوقف تركيب عنبر الاصلاح الكهربائى مع معداته على عوامل مختلفة . ومن أهم هذه العوامل عدد المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها وقائمة باسمائها وكتلتها وقياساتها الخارجية ودرجة تعقيد اصلاحها .

وبعد الأخذ بعين الاعتبار لهذه العوامل يقام باختيار هذا او ذاك من تركيب عنبر الاصلاح الكهربائى وقوام معداته . ويتكون عنبر الاصلاح لمؤسسة متوسطة القدرة وبحجم غير كبير لاصلاح المعدات الكهربائية ، من عدد من الاقسام الانتاجية هى اقسام : الفك وتحديد العيوب ، الاصلاح الميكانيكى ، اللف ، التجفيف والتشبيع ، التجهيز ، التجميع ، محطة الاختبارات وكذلك من قطاعات مستقلة حيث تجرى فيها اعمال اللحام الكهربائى واللحام بالغاز وطلاء المعدات الكهربائية المرممة وغيرها من الاعمال



المتعلقة باصلاح محولات القوى والمكنات الكهربائية واجهزة التحويل .

وتنظف فى قسم الفك وتحديد العيوب المعدات الكهربائية التى دخلت حيز الاصلاح من الاوساخ وتفرغ الزيوت من المحولات والاجهزة المملوءة بها وتنفذ اختبارات ما قبل الاصلاح الضرورية وتفك المعدات الكهربائية واجزاؤها المستقلة ويجرى تحديد العيوب (تحدد حالة القطع ودرجة تآكلها وكذلك حجم الاصلاح المائل وتعباً بطاقات تحديد العيوب وخط سير الاصلاح وتعلق بطاقات مميزة على القطع الخاضعة للاصلاح وتتخذ اجراءات للمحافظة على القطع الغير متضررة للمعدات الكهربائية) وترسل القطع المتعطلة الى اقسام التصليح المناسبة واما القطع الصالحة فترسل الى قسم التجهيز او التجميع . ويجب ان يحوى قسم الفك وتحديد العيوب على وسائل رفع ونقل ذات القدرة المطلوبة لرفع الاحمال ، وعلى محطة اختبارات او لوحة تسمح باجراء مجمل اختبارات ما قبل الاصلاح للمعدات الكهربائية المعطوبة وعلى احواض غسيل واجهزة فك هيدروليكية وميكانيكية وادوات لاجراج الاعضاء الدوارة من هياكل المكنات الكهربائية وعلى اجهزة لحام بالاكسجين وعلى ادوات تعمل بالكهرباء واطقم ادوات لفك المعدات الكهربائية وكذلك على معدات وادوات خاصة لفك المعدات الكهربائية الغير قياسية والمصنوعة بتركيب معقد .

ويحدد فى قسم الفك وتحديد العيوب ، فى اى من اقسام عنبر الاصلاح الكهربائى يجب اصلاح الاجزاء المتضررة للمعدات الكهربائية ، ومن ثم يجرى ارسالها الى تلك الاقسام مرفقة ببطاقة خط سير الاصلاح ووثائق اخرى .

وفي قسم الاصلاح الميكانيكى يجرى اصلاح ، وعند الضرورة صنع قطع جديدة للمعدات الكهربائية (المحاور واعضاء التوحيد وآليات الفراشى وكراسى التحميل الانزلاقية) وكذلك اعادة حشو الاعضاء الدوارة والساكنة للمكنات الكهربائية وتفكيك حشو نير الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى وكذلك تنجز المعالجة الميكانيكية والبرادة لقطع المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها . ويجب ان يكون قسم الاصلاح الميكانيكى مزودا بوسائل رفع ونقل وبمكنات تشغيل المعادن (مقاشط ومثاقب ومخارط ومكنات جليخ وتفريز) وبمكابس وبمقصات مقصليّة وباجهزة اللحام الكهربائية واللحام بالغاز ، وبالاتوات اليدوية والعاملة بالكهرباء وبالاتوات التقليدية والمخاصة الصنع وباطقم الاتوات الخاصة بالفرقة والشخصية وباطقم كاملة من ادوات القياس وغيرها .

وحين لزوم انجاز اعمال طلاء القطع بالكروم والنيكل يجب ان يكون فى قسم الاصلاح الميكانيكى حوض للجلفنة مركب فى غرفة مستقلة . وازافة للمعدات المذكورة اعلاه يجب ان تركيب فى قسم الاصلاح الميكانيكى رفوف وخزائن لحفظ القطع الجارى اصلاحها والمصنوعة حديثا وكذلك مناضد للبرادة وخزائن لحفظ الاتوات الخاصة وذلك لانجاز مختلف اعمال البرادة ، مثلا لكشط حواضن كراسى التحميل الانزلاقية وتجميع عضو التوحيد وآليات الفراشى لمكنة التيار المستمر ولقلوطة قطع التشييت وغيرها .

وفي قسمى اللف والتجفيف والتشبييع يجرى اصلاح اللفيفات المعطوبة واعداد لفيفات جديدة للمكنات الكهربائية ومحولات القوى وملفات المغناطيسات الكهربائية وكذلك يجرى تشبييعها وتجفيفها قبل



وبعد التشبيع . وفى قسم اللف يعاد ترميم عوازل اسلاك اللف واللفيفات المعطوبة لاستعمالها ثانية .

ويجب ان يكون قسم اللف مزودا بمكنات لللف اليدوى والميكانيكى ولعزل اللفيفات والملفات وبمكنة لاعداد الاسافين وبمقصات مقصليّة لقص المواد العازلة وبمناضد دوارة وبمختلف الوسائل لانجاز اعمال اللف وكذلك لتجهيز وتشكيل القطع العازلة وبمكنات تضميد الاعضاء الدوارة والساكنة وبادوات اللحام الكهربائى وبالقصدير لتوصيل اسلاك اللفيفات .

ويجب ان يحتوى قسم اللف على وحدة اختبار لمراقبة وفحص عوازل اللفيفات التى يجرى اعدادها اثناء العمليات وكذلك على اجهزة اختبار صحة تجميع وتوصيل مخططات اللفيفات . وفى الحالات الضرورية يجهز قسم اللف بفرن لتلدين الاسلاك وبحوض لمعالجتها ولمعادلة الحوامض فيما بعد وبمكنة لسحب اسلاك اللفيفة القديمة وتعيرها . ويخصص فى قسم اللف مكان مستقل لوضع هذه المعدات مزود باجهزة مناسبة للتهوية ووسائل اطفاء الحريق .

ومن الجائز ان تستعمل فى قسم اللف اضافة لما سبق معدات مختلفة تحدد بتركيب المعدات الكهربائىة الجارى اصلاحها وبشروط التكنولوجيا المتبعة للاصلاح .

واما قسم التجفيف والتشبيع فيستخدم لتشبيع وتجفيف اللفيفات التى جهزت من جديد . ويدخل فى تركيب معدات هذا القسم احواض تشبيع اللفيفات وخزائن وافران لتجفيفها وتحميصها واوعية لحفظ ورانيش التشبيع والمذيبات بمكينات تؤمن الحاجة فى استخدامها ليوم واحد لا أكثر . ويجب ان تكون فى القسم وسائل رفع ونقل

مناسبة لنقل اللقيطات الثقيلة . ويؤخذ في الحسبان الضرر الجسيم  
لابخرة الورانيش والمذيبات وجزئياتها المتطايرة وكذلك قابليتها  
للاشتعال والانفجار ولذا فان غرف قسم التجفيف والتشبيح يجب ان  
تكون مزودة بتجهيزات تهوية لسحب وطرد الهواء وبالوسائل اللازمة  
لاطفاء الحريق .

واما قسم (او قطاع) التجهيز فهو المكان الذي ترسل اليه كل  
القطع وكذلك الوحدات التجميعية التي بقيت بعد الفك للمعدات  
الكهربائية الجارى اصلاحها والتي تكون صالحة لاستعمالها ثانية .  
وهذا القسم مخصص لفحص الوحدات التجميعية والقطع وكذلك  
لتجهيز المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها بالوحدات التجميعية  
والقطع الجديدة التي تنقصها . وترسل المعدات الكهربائية المجهزة  
كلها الى قسم او قطاع التجميع .

ويجب ان يكون قسم التجهيز مزودا بمناضد ورفوف  
ومعدات وادوات ووسائل رفع ونقل لازمة .

ويقام بالتجميع الجزئى او الكلى للمعدات الكهربائية المرممة  
فى قسم التجميع . ويجب ان يكون هذا القسم مزودا بادوات تجميع  
ووسائل تقليدية ومناضد ورفوف وباجهزة لاجراء التوازن الستاتيكي  
والديناميكي للاعضاء الدوارة للمكونات الكهربائية وبمنضدة اختبارات  
لانجاز مجمل الاختبارات ما بعد الاصلاح للمكونات الكهربائية  
ومحولات القوى .

واما محطة الاختبارات فيجب ان تقع فى غرفة مستقلة او  
معزولة وان تكون لها وحدات اختبار كهربائية بفلطية عالية ومناضد  
 واجهزة مختلفة ووسائل الوقاية المناسبة .

ويجب ان يكون لعنبر الاصلاح الكهربائى غرف ذات مساحات



تأخذ بعين الاعتبار كتلة وابعاد المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها وكذلك مستودعات لحفظ احتياطي الاصلاح والمعدات الكهربائية المرممة ومخازن للعدة ومواد الاصلاح وغرف مساعدة كمرافق وكذلك غرف أخرى تحدد عددها وقياساتها واغراض استعمالها حسب التكنولوجيا المتبعة والظروف الخاصة لاصلاح المعدات الكهربائية لكل حالة على حدة .

#### اسئلة للمراجعة

- ١- ما هي اشكال التآكل والعوامل المسببة له؟
- ٢- ما هو جوهر نظام الاصلاح المنهجى الوقائى؟
- ٣- بم يختلف نظام الاصلاح المركزى للمعدات الكهربائية عن النظام اللامركزى؟

## تركيبة محولات القوى الكهربائية

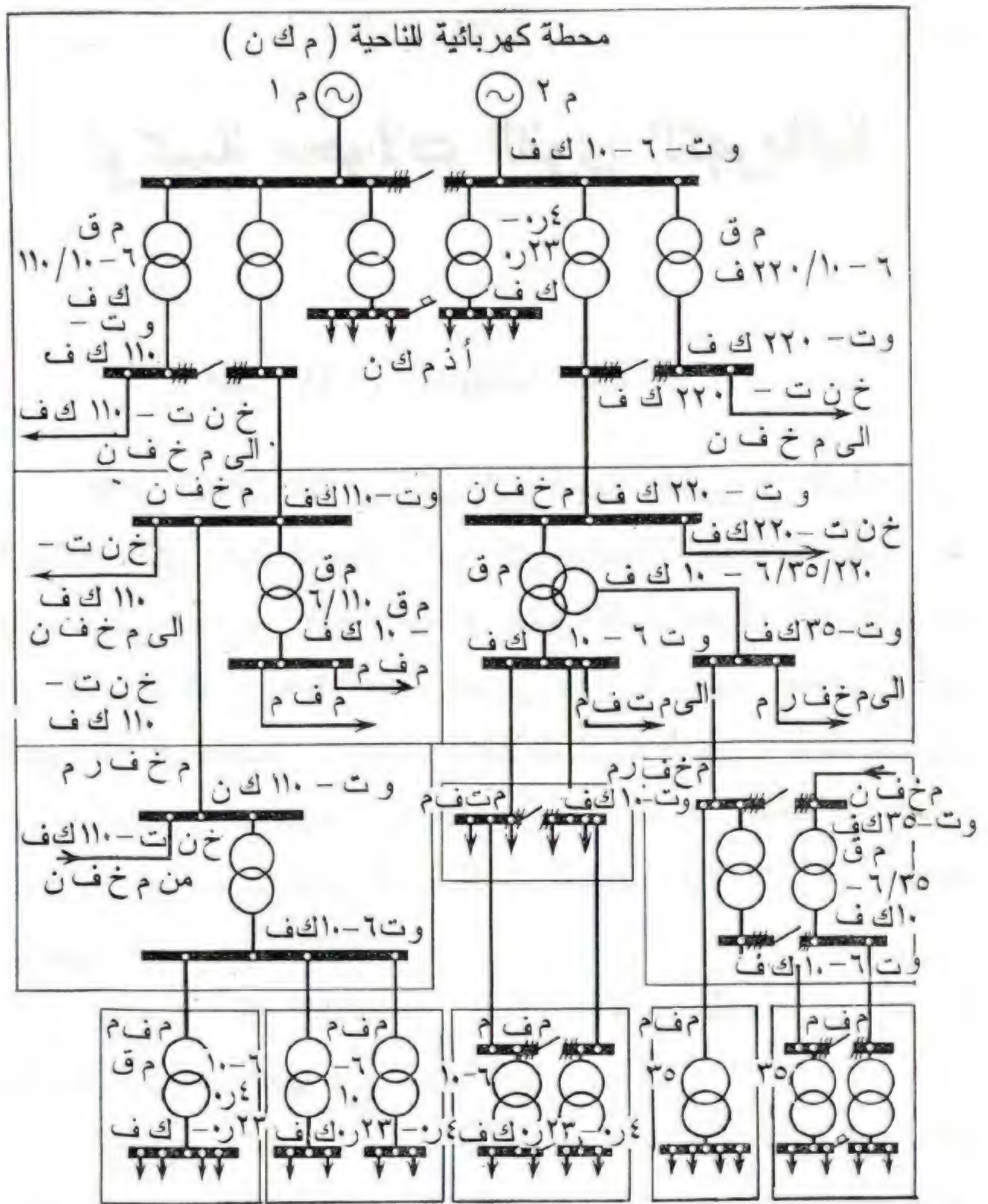
### البند ١٧ . معلومات عامة

يدعى بمحول القوى الكهربائي الجهاز الكهربائي المغناطيسي الساكن الذي يكون له ملفان او اكثر موصولان ببعضهما تأثيريا ، والمخصص لتحويل نظام واحد او عدة انظمة اخرى للتيار المتردد الى نظام واحد او عدة انظمة اخرى للتيار المستمر بواسطة التأثير الكهربائي المغناطيسي . وتوجد محولات ثنائية الملفات ذات لفيفتين غير متصلتين ببعضهما بأسلاك وكذلك توجد محولات ثلاثية الملفات وعديدة الملفات ذات ثلاث لفيفات او اكثر غير متصلة ببعضها البعض بأسلاك .

ويجرى نقل الطاقة من الدائرة الاولى للمحول الى الثانوية بواسطة المجال الكهربائي المغناطيسي .

ويدعى المحول بمحول القوى اذا استخدم لتحويل الطاقة الكهربائية في الشبكات الكهربائية او لتغذية مستقبلات الطاقة مباشرة . وتوجد محولات قوى للاغراض العامة، تستخدم لتغذية الشبكات او مستقبلات الطاقة الكهربائية ولا تتميز بظروف عمل خاصة وبنوعية الحمل او بنظام العمل . وهناك محولات قوى للاغراض الخاصة تستخدم لتغذية الشبكات او مستقبلات الطاقة وتتميز بظروف العمل الخاصة وبنوعية العمل وبنظام العمل .





الشكل ٢٨ . مخطط مبسط لنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية :

م ١ ، م ٢ - مولدا المحطة الكهربائية ، أذم كن - احتياجات ذاتية لمحطة كهرباء الناحية ، م خ ف ن - محطة خفض فرعية للناحية ، م ت ف م - محطة توزيع فرعية مركزية ، م خ ف ر م - محطة خفض فرعية رئيسية للمؤسسة . ( م ق - محول قوى ، وت - وحدة توزيع ، م ف م - محطة فرعية للمحولات )

ومحول القوى مخصص لتحويل التيار المتردد بفلطية ما الى تيار متردد بفلطية (أعلى أو أدنى) أخرى (بشوت التردد) . ويتم نقل الطاقة الكهربائية الى مسافات كبيرة كما هو معروف بفلطيات عالية (٦ ، ١٠ ، ٣٥ كيلوفلط وأعلى) بواسطة المحولات وخطوط نقل التيار الكهربائي . وتخفض في مكان استهلاك الطاقة الكهربائية فلطيتها بواسطة المحول الى المقدار المطلوب والمناسب لفلطية الوحدات الكهربائية للمستهلكين . ان الداعي لنقل الطاقة الكهربائية ذات الفلطية العالية هو الرغبة في تقليص فقدان الفلطية الى أقصى حد في شبكات النقل وتنقيص مقاطع اسلاك خطوط نقل التيار . ويرى في الشكل ٢٨ مخطط مبسط لنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية .

ان محول القوى هو من أهم عناصر الوحدة والشبكة والمنظومة الكهربائية . وتكون محولات القوى حسب طريقة وسط التبريد - زيتية وجافة ، وحسب عدد الملفات - ثنائية وثلاثية الملفات ، وحسب عدد الأطوار - أحادية الطور وثلاثية الأطوار .

وتتصف محولات القوى بالقيم المقدرة وكذلك بالتيار وبالفقدان الناشئ عن التشغيل البطئ وبالفلطية وبالفقدان الناشئ عن تقصير الدائرة وبنظامه .

وتدعى بالمقدرة القيم التي تحسب عليها المحول : الاستطاعة ، الفلطية العليا والدنيا ، التيار ، التردد وغيرها .

وتعبر عن الاستطاعة المقدرة للمحولات بالاستطاعة الكهربائية الكلية (القدرة) وتقاس بالكيلوفلط - امبير .

وتنتج المحولات للعمل على استطاعات وفلطيات مقدرة قياسية محددة . والفلطية الاولى المقدرة - هي الفلطية التي تعمل عليها الليفة الاولى للمحول واما الفلطية الثانوية المقدرة - فهي الفلطية



الكائنة على مآخذ اللفيفة الثانوية عند التشغيل البطيء للمحول ،  
والفلطية المقدرة على مآخذ اللفيفة الاولى . وتحدد التيارات المقدرة  
بالقيم المقدرة المناسبة للاستطاعة والفلطية . والتردد المقدر لمحولات  
القوى فى الاتحاد السوفييتى هو ٥٠ هيرتز اما فى الولايات  
المتحدة الاميركية فهى ٤٠ - ٦٠ هيرتز .

ويدعى بتيار التشغيل البطيء ، التيار الذى يتشكل عند الفلطية  
والتردد المقدرين فى احدى اللفيفتين بينما تكون اللفيفة الاخرى  
مفصولة فى المحول ثنائى الملفات . ويدعى الفقدان الناتج عن ذلك  
فى المحول بفقدان التشغيل البطيء . ويعبر عن تيار التشغيل البطيء  
عادة بنسبة مئوية من قيمة التيار المقدر . واما فلطية الدائرة المقصرة  
للمحول ثنائى الملفات فهى الفلطية - عند التردد المقدر - التى  
يجب ان توصل الى مآخذ احدى اللفيفتين مع كون اللفيفة الاخرى  
مقصرة وذلك لتكوين التيارات المقدرة فيها . ويعبر عادة عن فلطية  
الدائرة المقصرة بنسبة مئوية من قيمة فلطية اللفيفة (  $U_k\%$  ) .  
واما الفقدان الناتج فى المحول عند هذا النظام فيدعى بفقدان الدائرة  
المقصرة .

ولتحديد قيمة  $U_k$  يقام بتجربة الدائرة المقصرة حيث تكون  
اللفيفة الثانوية مقصرة والفلطية الاولى مخفضة الى حد لا تزيد  
معه التيارات فى اللفيفات عن قيمها المقدرة . ويمكن القيام بهذه  
التجربة من طرف اية من لفيفات المحول . وتدخل هذه التجربة فى  
عداد الاختبارات الرقابية الالزامية التى يتعرض لها كل محول قوى  
قبل خروجه من المصنع .

ان نظام الدائرة المقصرة الناتج بالصدفة اثناء التشغيل عند  
الفلطية الاولى المقدرة هو عملية خلل مصحوبة بتيارات عالية جدا فى

اللفيفات . وان التجاوز المتكرر للتيارات بالمقارنة مع التيارات المقدرة قد يؤدي الى الاضرار بعوازل اللفيفات نتيجة لتسخينها وانهيائها تحت القوى الميكانيكية الناتجة عن هذا النظام بين اللفيفات .

وتكون فلطيات الدائرة المقصرة مقيسة (موحدة المواصفات) في الاتحاد السوفيتي لجميع المحولات ذات الاستعمال الصناعي العام تبعا لاستطاعاتها ونوع فلطياتها . فمثلا يجب ان تكون فلطية الدائرة المقصرة للمحولات باستطاعة ١٠٠٠ - ٥٠٠ كيلوفلط أمبير ، ٥,٥٪ لللفيفات الفلطية العالية البالغة ١٠ كيلوفلط ، و ٦,٥٪ لللفيفات الفلطية العالية البالغة ٣٥ كيلوفلط ، واما للمحولات باستطاعة ٦٣٠٠ كيلوفلط أمبير فهي ٧,٥٪ لللفيفات الفلطية العالية البالغة ٣٥ كيلوفلط .

وللابقاء على الفلطية الثانوية ثابتة توجد لمعظم المحولات تفرعات على لفيقات الفلطية العالية وذلك للتحويل بدون اثاره ، اى عند فصل جميع لفيقات المحول عن الشبكات ، ولتنظيم التيار تحت الحمل . ان التحكم بآليات التحويل للاجهزة يكون عن بعد ومؤتمتا ولكن يمكن ايضا تحقيقه يدويا . ويتطلب الانتقال من مرحلة الى مرحلة أخرى (مجاورة) حوالى ٣ ثوان عند التحكم عن بعد .

واذا كان ضمان عدم نشوب الحرائق فى الوحدة يعتبر ظرفا حاسما (الورشات الانتاجية القابلة للاشتعال ، المختبرات ، المباني العامة) تستخدم غالبا محولات جافة (بدون زيت) . وهى مخصصة لوضعها فى غرف جافة مغلقة ذات رطوبة نسبية للهواء فيها لا تتجاوز ٦٥٪ وحرارة لا تتجاوز ٣٥°م لا توجد فى جوها ابخرة الحوامض والمواد الضارة الاخرى . ان محولات القوى الجافة مماثلة لتلك



المملوءة بالزيت حسب مبدأ عملها وتصميم الاجزاء الاساسية (الموصلات المغناطيسية ، الملفات وغيرها) .

وتستطيع محولات القوى ان تعمل مستقلة اى ان تكون غير موصولة كهربائيا بالمحولات الاخرى للوحدة الكهربائية او على التوازي بمحول او بعدة محولات للوحدة الكهربائية تكون عندها ملفاتھا سواء على الطرف الاول او الطرف الثانوى موصولة على التوازي . وعند التوصيل على التوازي فان المآخذ المتشابهة للمحولات توصل بنفس السلك من الشبكة .

وللتوزيع الصحيح للحمل بين محولين يعملان على التوازي بالتناسب مع استطاعتيهما فانه يسمح بعملهما المتوازي عند الشروط التالية :

- تعادل الفلطيات المقدرة الاولى والثانوية (فرق معامل التحويل يجب ان لا يزيد عن  $\pm 0.5\%$ ) ،
- تطابق مجموعات توصيل الملفات ،
- تعادل فلطيات الدائرة المقصورة (على ان لا يزيد الانحراف عن القيمة الوسطية  $\pm 10\%$ ) .

وعند اهمال الشرطين الاول والثانى تظهر فى ملفات المحولات تيارات موازنة والتي قد تصل احيانا الى قيمة خطرة وخاصة عند عدم تطابق المجموعات . واما اهمال الشرط الثالث فيؤدى الى توزيع الحمل العام بين المحولات بلا تناسب مع استطاعاتها المقدرة . وتكون محولات القوى محسوبة على الاحمال العادية والزائدة المسموحة بها .

يدعى بالحمل المسموح به نظام عمل المحول لفترة طويلة يكون عنده الاهتراء المحسوب (العتق) لعوازل الملفات من جراء

التسخين لا يتجاوز الاهتراء المناسب لنظام العمل المقدّر . ويعتبر الحمل للمحول زائدا اذا كان عنده الاهتراء المحسوب لعوازل الملفات والمناسب لزيادة الحرارة المستقر يفوق الاهتراء المناسب لنظام العمل المقدّر . والقدرة على الاحمال هي مجمل الاحمال المسموحة والزائدة للمحول . والنظام الانطلاقي لتحديد القدرة على الاحمال هو نظام العمل المقدّر للمحول مع الظروف المقدرة لمكان التركيب والوسط المبرد اللذين يحددان بالمقياس المناسب او بالشروط التكنولوجية .

ويكون كل محول مزودا بلوحة من مادة مقاومة للتأثيرات الجوية . وتكون اللوحة مثبتة في مكان بارز (ظاهر للعين) على خزان المحول وتحتوى على المعطيات المقدرة المكتوبة بالنقش بالحوامض او بالحفر او بالوسم او بطريقة اخرى تضمن رؤية الاشارات وثباتها طويلا .

وتنسب الى هذه المعطيات المأخوذة من كتالوج المحول ما يلى : طراز المحول ، القيم المقدرة لاستطاعة وفلطية وتيار اللفيفتين العالية (ف ع) والفلطية المنخفضة (ف م) ، تيارات الدائرة المقصورة ، عدد الاطوار ، مخطط ومجموعة توصيل اللفيفات ، تردد التيار ، نظام العمل (لمدة طويلة او قصيرة) ، كتلة المحول والجزء الفعال . وبالإضافة الى المعطيات المقدرة يشار على اللوحة الى المصنع المنتج وتاريخ الصنع والرقم المصنعي المتسلسل للمحول . ويوسم الاخير على الخزان (أسفل اللوحة) وعلى الغطاء (عند طرف ادخال الفلطية العالية للطور A) وعلى الرف العلوى لعارضة النير للموصل المغناطيسى . تتألف العلامات الاصطلاحية للمحولات من جزئين - حرفية ورقمية . وتعنى حروف التعليم للمحولات : فى الخانة الاولى عدد



الاطوار ، ( O - لاحادية الطور ؛ T - لثلاثية الاطوار ) ؛  
وفي الخانة الثانية نوع التبريد ( M - طبيعي بالزيت ، D -  
بالزيت مع النفخ والدوران الطبيعي ، DL - بالزيت مع النفخ  
والدوران الاجبارى ، MB - بالزيت والماء مع الدوران  
الطبيعى للزيت ، L - بالزيت والماء مع الدوران الاجبارى  
للزيت ، C ، C3 ، CF - تبريد طبيعى بالهواء وعلى  
التوالى حسب التنفيذ المكشوف والمغلق والمحكم ، ويشار  
الى نوع التبريد للمحولات المملوءة بمادة سائلة عازلة للكهرباء  
وغير قابلة للاحتراق بحروف ( H - تبريد طبيعى و HD - تبريد  
مع النفخ ) ، وفي الخانة الثالثة - عدد الملفات العاملة على خطوط  
مستقلة (اذا كان عدد الملفات اكثر من اثنين فان المحول ثلاثى  
الملفات ويشار له بالحرف T ) ، وفي الخانة الرابعة - تنفيذ احد  
الملفات بجهاز لضبط الفلطية تحت الحمل (ويشار الى وجوده  
بحرف H ) ، وفي الخانة الخامسة - تنفيذ الملفات لمقاومة الرعود  
( Γ - للمحولات المنتجة فى السنوات السابقة ) . وتشير الارقام  
الى الاستطاعة المقدرة ونوع فلطية ملفات الفلطية العالية للمحول .  
وعلى سبيل المثال فان المحول TDTHΓ-20000/110 يفسر  
كالتالى : ثلاثى الاطوار ، بتبريد (معجل) بالنفخ ، ثلاثى الملفات ،  
بجهاز لضبط الفلطية تحت الحمل ، بعوازل مقاومة للرعود ،  
باستطاعة مقدرة تبلغ ٢٠٠٠٠ كيلوولط أمبير ونوع فلطية ملفات  
( ف ع ) ١١٠ كيلوولط .

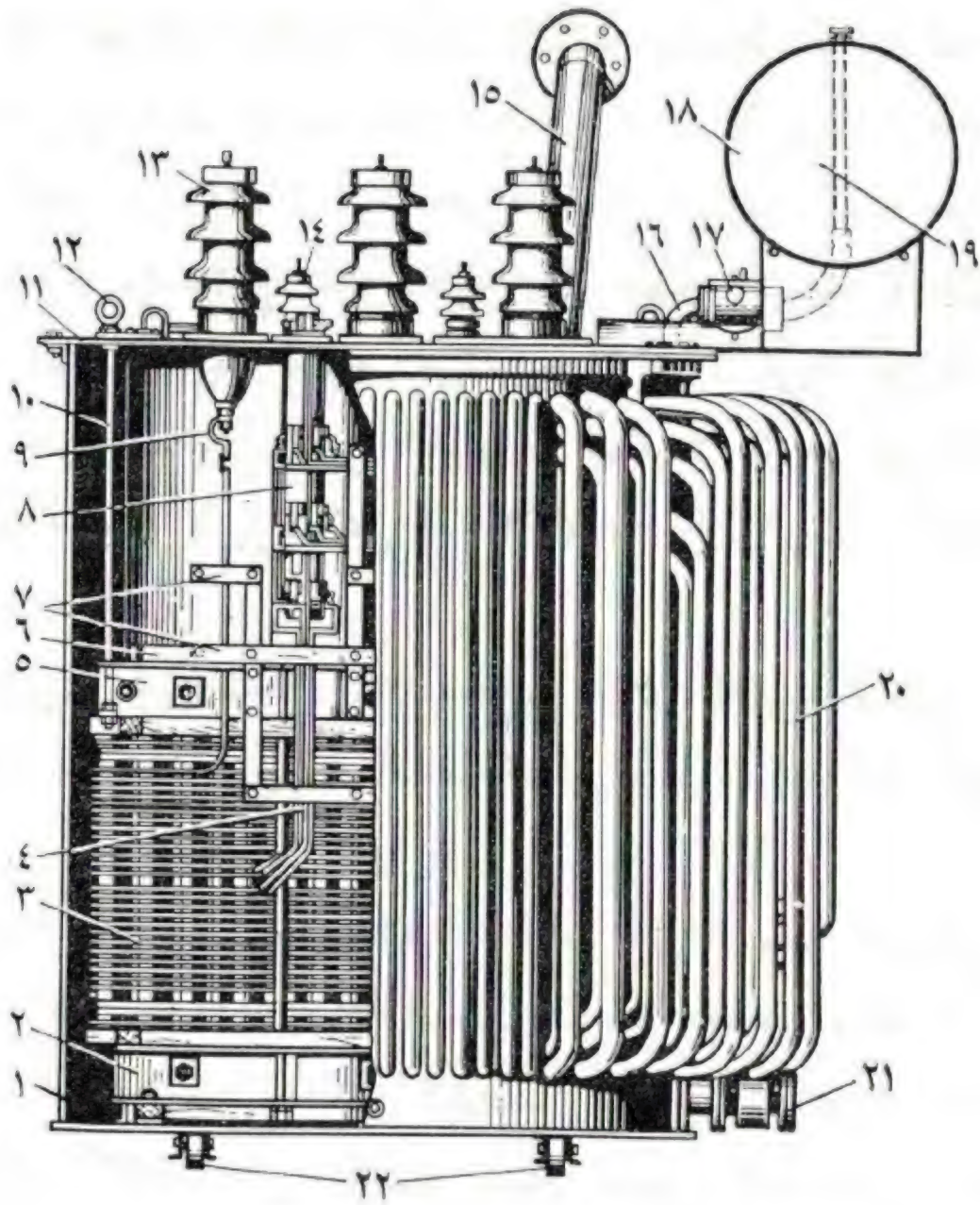
تنتج الصناعة السوفيتية محولات قوى ذات الاستطاعات  
المقياسية التالية : ١٠ ، ١٦ ، ٢٥ ، ٤٠ ، ٦٣ فلط أمبير مع  
مضاعفة كل قيمة ب ١٠ ، ١٠٠ ، ١٠٠٠ ، ١٠٠٠٠ مرة .

ان الظروف المقدرة لمكان التركيب وللوسط المبرد لمحولات القوى الزيتية ذات الاستخدام العام هي : ان لا يزيد ارتفاعه فوق سطح البحر عن ١٠٠٠ م ، حرارة الوسط المبرد - للماء يجب ان لا تزيد عن  $+25^{\circ}\text{C}$  عند دخوله في جهاز التبريد ، وللهواء - الحرارة المتغيرة طبيعيا للهواء المبرد (يجب ان لا تزيد عن  $+40^{\circ}\text{C}$  عندما يكون المعدل اليومي لحرارة الهواء لا يزيد عن  $+30^{\circ}\text{C}$  والمعدل السنوي لا يزيد عن  $+20^{\circ}\text{C}$ ) ، حرارة الوسط المحيط لا تقل عن  $-45^{\circ}\text{C}$  .

ويرى في الشكل ٢٩ محول قوى ثلاثي الاطوار ثنائي الملفات بسيط التصميم وباستطاعة غير كبيرة (١٨٠٠ كيلوواط أمبير) .

واما محولات القوى ثلاثية الملفات التي تنتجها المصانع فلها تصميم أكثر تعقيدا . فمثلا المحول ذو الاستطاعة البالغة ١٦٠٠٠ كيلوواط أمبير وبفلطية ١١٠ كيلوواط (الشكل ٣٠) مزود بعدد من التجهيزات الاضافية التي تضمن عمله الطبيعي المتواصل ، حيث يحتوى المحول على طرف الادخال ١ (ف ع) المملوء بالزيت والذي تجرى مراقبة مستوى الزيت فيه بواسطة المؤشر ٣ ، فلتر حرارى ماص ١٩ يضمن تنقية واعادة تكرير حجم الزيت باكماله بشكل مستمر ، مجفف هواء ١٢ يحول دون ترطب الزيت وبالتالي يحافظ على ثباته العالى للعزل الكهربائي ، الرديتورات (مبردات انبوبية) ٢٤ المزودة بمراوح ٢٦ التي تضمن الدوران الجيد والتبريد للزيت ، عروة التعليق ١٣ تسهل وتبسط عملية رفع الجزء الفعّال عند ضرورة الكشف عليه او اصلاح قطعه المستقلة . وتستخدم في محولات القوى العصرية ذات الاستطاعة الكبيرة مواد عازلة للكهرباء

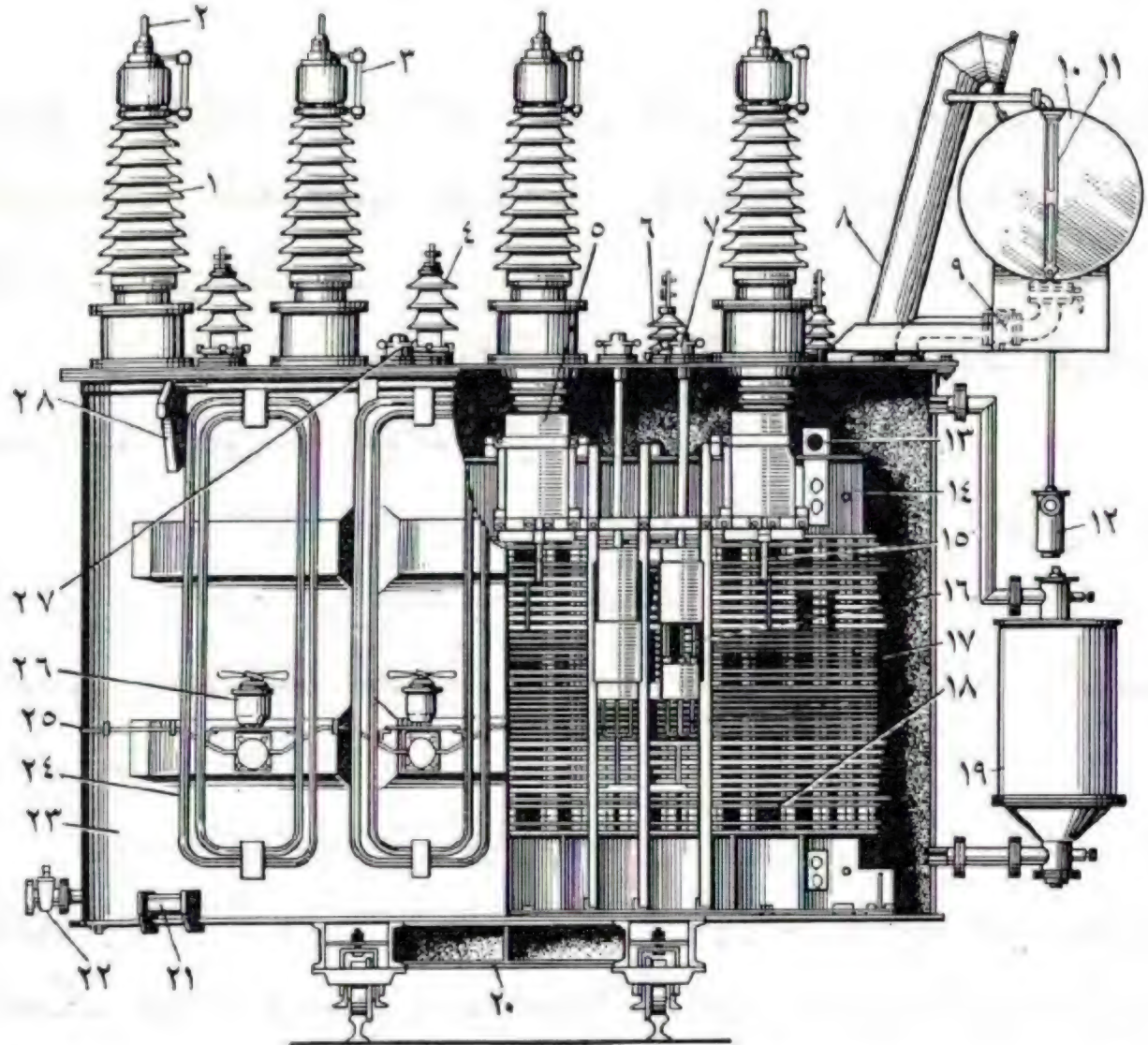




الشكل ٢٩ . محول قوى ثلاثى الاطوار ، ثنائى الملفات من الحجم الثالث ذو تبريد زيتى :

- ١ - خزان الزيت ، ٢ و ٥ - عارضتا النير السفلية والعلوية للموصل المغناطيسى ،
- ٣ - ملف الفلطة العالية (ف ع) ، ٤ - اطراف سحب للضبط موصولة بالمفتاح
- الكهربائى ، ٦ - موصل مغناطيسى ، ٧ - شرائح خشبية لتثبيت اطراف السحب ،
- ٨ - طرف سحب يأتى من ملف (ف ع) ، ٩ - مفتاح تحويل ، ١٠ و ١٢ -
- صبلمة وحلقة (عروة) الرفع ، ١١ - غطاء الخزان ، ١٣ و ١٤ - اطراف ادخال
- الفلطيتين العالية والمنخفضة (ف ع) و (ف م) ، ١٥ - ماسورة انقلاط ،
- ١٦ - ماسورة الزيت ، ١٧ - مرهل غازى ، ١٨ - خزان تمدد الزيت ، ١٩ -
- مؤشر مستوى الزيت ، ٢٠ - مواسير تبريد (دوران) الزيت ، ٢١ - صنبور
- تصريف الزيت ، ٢٢ - عجلات الناقلة





الشكل ٣٠ . محول قوى ثلاثى الاطوار ثلاثى الملفات ذو استطاعة تبلغ ١٦٠٠٠ كيلوفلط أمبير :

- ١ - طرف ادخال مملوء بالزيت للفلطية العالية (١١٠ كيلوفلط) ، ٢ - قضيب ممرر للتيار (صبلمة) ، ٣ - مؤشر مستوى الزيت فى طرف ادخال (ف ع) ، ٤ و ٦ - طرفا ادخال الفلطية المتوسطة (٣٥ كيلوفلط) والفلطية المنخفضة (١٠ كيلوفلط) ، ٥ - اسطوانة طرف ادخال (ف ع) من الورق و الباكليت ، ٧ - وسيلة ادارة لتجهيزة مفتاح ملف (ف ع) ، ٨ - ماسورة واقية ، ٩ - مرحل غازى ، ١٠ - خزان تمدد الزيت ، ١١ - مؤشر مستوى الزيت فى خزان التمدد ، ١٢ - مجفف الهواء ، ١٣ - عروة لرفع الجزء الفعال ، ١٤ - عارضة النير ، ١٥ - طرف سحب خطى ل (ف ع) ، ١٦ - تركيبة مفتاح ملف (ف ع) ، ١٧ - ملفات (ف ع) ، ١٨ - الفتائل الحاجبة لملف (ف ع) ، ١٩ - فلتر حرارى ماص ، ٢٠ - ناقلة ذات عجلات ، ٢١ - مسطح لتركيب رافعة (جك) ، ٢٢ - صنبور تصريف الزيت ، ٢٣ - خزان الزيت ، ٢٤ - رديتور (مبرد انبوى) ، ٢٥ - اسلاك كهربائية لتغذية محركات النفخ الكهربائية ، ٢٦ - محرك كهربائى مع المروحة ، ٢٧ - وسيلة ادارة لتجهيزة مفتاح ملف الفلطية المتوسطة ، ٢٨ - خطاف لرفع المحول



تمتاز بمؤشرات عالية اكثر للعزل الكهربائي ، وتصاميم جديدة للموصلات المغناطيسية والملفات والمفاتيح الكهربائية وللأجزاء الأخرى من المحول .

وتستخدم في الوحدات الكهربائية بالإضافة الى محولات القوى ، محولات قياس - محولات التيار ومحولات الفلطية .

ومحول التيار هو عبارة عن جهاز كهربائي معد لخفض تيار الدائرة الابتدائية الى قيمة يكون عندها تحقيق تغذية دوائر اجهزة القياس وتجهيزات الحماية بالمرحل والاتومات والانذار والتحكم أكثر مناسبة .

وتستخدم محولات التيار لقياس التيارات الكبرى عندما لا يكون بالإمكان وصل الاجهزة مباشرة بتيارات الدائرة التي يجرى التحكم فيها . ويسمح وجود محولات التيار بتركيب اجهزة القياس على بعد كبير عن الدوائر التي يجرى التحكم فيها ومراقبتها على هذا النحو من مكان واحد ، مثلاً على لوحة التحكم الواقعة تحت مراقبة الشخص المناوب .

ويتكون محول التيار من قلب مغلق مجمع من صفائح رقيقة من الصلب الكهربائي الصناعي ومن ملفين ابتدائي وثانوى . ويوصل الملف الابتدائي على التوالى بالدائرة التي يجرى التحكم فيها وتوصل بالملف الثانوى وشائع تيار لمختلف اجهزة التحكم والقياس . وتنجز الملفات الابتدائية لمحولات التيار للعمل على تيارات مقدرة من ٥ الى ١٠٠٠٠ أمبير واما الثانوية فللعمل عادة على تيارات تبلغ ٥ أمبير واحياناً أمبير واحد .

وتقسم محولات التيار الى خمسة أصناف حسب مستوى الدقة :

من ٠,٢ الى ١٠ . وتستخدم محولات التيار بمستوى الدقة البالغ ٠,٢ .

لاخذ القياسات المخبرية فقط واما مستويات الدقة ٠,٥ و ١ و ٣ فتستخدم فى الوحدات الكهربائية الصناعية . ويصف مستوى الدقة قيمة اخطاء المحول المسموحة عند التيارات المقدرة .

ويشار على لوحة كل محول للتيار الى ما يلى : المصنع المنتج ونوع محول التيار والرقم المتسلسل وتاريخ الصنع ، الفلطيات المقدرة (بالكيلوفلط) والتردد (بالهيرتز) ، معامل التحويل المقدر (نسبة التيار الابتدائى المقدر الى التيار الثانوى المقدر) ، كما يشار لكل قلب الى مستوى الدقة او الانجاز للحماية بالمرحلات والحمل الثانوى الذى يتم عنده ضمان مستوى الدقة ، والتكرار باساس ١٠٪ عند الحمل الثانوى المشار اليه على اللوحة وتكرار المقاومة الحرارية او الثبات الديناميكي .

وتشبه محولات الفلطية الى حد كبير محولات القوى من حيث التصميم ، وتستخدم لتغذية دوائر الفلطية لمختلف الاجهزة (الواطمترات والعدادات وغيرها) والمرحلات . وتوصل الملفات الابتدائية لمحولات الفلطية على التوازي بالشبكة . وتبلغ قيمة الفلطية المقدرة على مآخذ الملف الثانوى ١٠٠ فلط وتوصل اجهزة القياس والمرحلات على التوازي بالدائرة الثانوية لمحول الفلطية . واما مقاييس اجهزة القياس الموصولة فيجب ان تكون مدرجة طبقا للفلطية المقدرة للملف الابتدائى .

وتصنع محولات الفلطية بطور واحد او بثلاثة اطوار . وتكون المحولات ثلاثية الاطوار بثلاثة او بخمسة قضبان . ويقام باختيار مخططات توصيل محولات الفلطية احادية الطور وثلاثية الاطوار تبعا لنظام الشبكة وتصميم المحول والغرض منه فى الوحدة الكهربائية المعنية .



## البند ١٨ . الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى

ان الموصل المغناطيسى لمحول القوى هو عبارة عن مجموعة شرائح من الصلب الكهربائى الصناعى او من مادة حديدية مغناطيسية اخرى مجمعة على شكل هندسى معين ويهدف الى حصر الحقل (المجال) المغناطيسى الاساسى للمحول بداخله . وهو كذلك العنصر الاهم والاعقد تصميميا من مجمل عناصر المحول المشتركة فى عملية تحويل الطاقة والمكونة لجزئه الفعال مع الملفات . ويمتاز الموصل المغناطيسى بالمقاومة المغناطيسية التى تعتمد على طول الشبكة ، ومقطعه العرضى وخواص المادة التى جمع منها والنفاذية المغناطيسية للصلب . ولاجل التقليل من التيار الممغنط عند التيار المغناطيسى المعطى وبالتالى عند كثافة التيار لوحدة المقطع العرضى (التأثير المغناطيسى) ، من الضرورى خفض المقاومة المغناطيسية للجزء الفعال للموصل المغناطيسى كثيرا ، اى تجميعه من مادة تمتاز بنفاذية عالية . ومن هذه المواد الصلب الكهربائى الصناعى (الخاص بالمحولات) المدلفن على الساخن والبارد .

ويستعمل فى صناعة المحولات فى الاتحاد السوفيتى ٣٨ نوعا من الصلب الكهربائى الصناعى . وتتألف تسمية انواع الصلب من ٤ ارقام حيث يعنى الاول الصنف حسب الحالة البنيوية ونوع الدلفنة ، والثانى يعنى نسبة الصوان فى تركيبه ، والثالث المجموعة حسب الصفة المحددة الاساسية ، والرابع الرقم التسلسلى لنوع الصلب .

ويصنف الصلب الكهربائى الصناعى حسب الحالة البنيوية ونوع الدلفنة الى ثلاثة اصناف (الاول - مدلفن على الساخن وموحد

الخصائص \* ، والثاني - مدلفن على البارد وموحد الخصائص ،  
والثالث - مدلفن على البارد وغير موحد الخصائص \*\* ) ، وحسب  
نسبة الصوان فيه يصنف الى ست مجموعات ، وحسب الصفة  
المحددة الاساسية يصنف الى خمس مجموعات تحدد بالفقدان  
النوعى عند التأثير المغناطيسى والتردد المناسبين .

ويصنع الصلب الكهربائى الصناعى الموحد الخصائص  
المدلفن على الساخن على شكل صفائح يميز بينها حسب دقة  
الدلفنة والسمك - دقة عادية ودقة عالية .

وتورد صفائح الصلب على حالتها بعد المعالجة الحرارية  
بسطح منقوش او غير منقوش ناعم بدون صدأ وبلا رغاوة منسلخة  
وبلا اية عيوب تحول دون تغطيتها بالعوازل .

ويصنف الصلب الكهربائى الصناعى المدلفن على البارد  
والغير موحد الخصائص حسب نوع تغطية السطح الى : عازل  
للكهرباء ومقاوم للحرارة ، غير مسىء للكبس بالختم - لدن ، بلا  
تغطية .

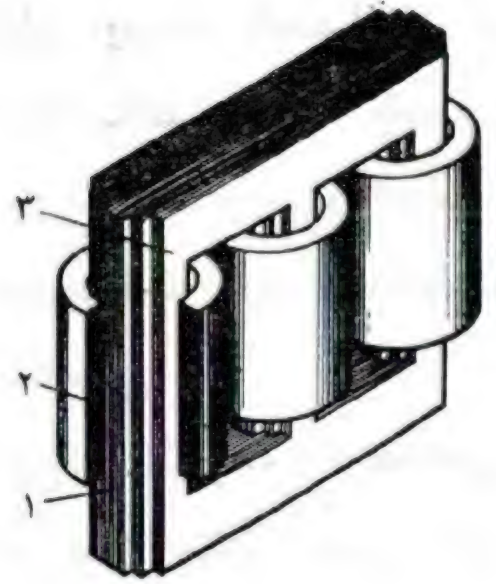
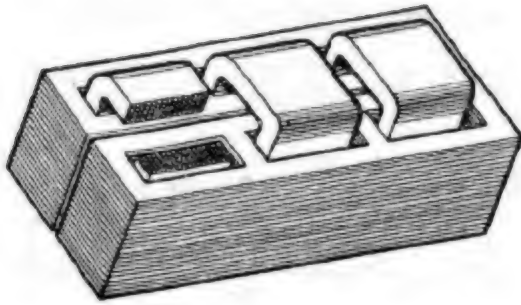
وتتصف الخواص المغناطيسية للصلب الكهربائى الصناعى  
بالتمغنط واما الفقدان فيه من جراء التيارات الدوامة والتخلف

---

\* تسمى المواد ذات الخواص الفيزيائية المتشابهة فى جميع الاتجاهات  
بالمواد موحدة الخصائص .

\*\* تسمى المواد ذات الخواص الفيزيائية الغير متشابهة فى اتجاهات مختلفة  
بالمواد الغير موحدة الخصائص . والمحولات التى يكون هيكل الموصل المغناطيسى فيها  
من الصلب الكهربائى الصناعى المبزر والغير موحد الخصائص تكون اخف بنسبة  
٢٠ - ٣٠ ٪ من المحولات التى يكون فيها هيكل الموصل المغناطيسى من الصلب  
العادى المدلفن على الساخن والمستعمل سابقا بشكل واسع .





الشكل ٣١ . موصل مغناطيسي قضيبى : الشكل ٣٢ . موصل مغناطيسي مدرع  
١ - قضيب ، ٢ - ملف ، ٣ - نير

المغناطيسي فيحددان بالفقدان النوعي (بالفقدان في كيلوغرام واحد من الصلب عند التردد البالغ ٥٠ هيرتز والفلطية المعبر عنها ببيانها بجيب الزاوية). ويستعمل في بناء المحولات صلب كهربائي صناعي على شكل صفائح او لفائف ، وبافضلية السمك ٠,٣٥ و ٠,٥ مم . وتجمع الموصلات المغناطيسية للمحولات من شرائح الصلب الكهربائي الصناعي المعزولة بطبقة من غطاء او ورنيش مقاوم للحرارة \* . والموصل المغناطيسي هو عبارة عن هيكل صلب تركيب وتثبت عليه ملفات الفلپيتين المنخفضة والعالية ، واطراف السحب والمفاتيح الكهربائية والقطع الاخرى للجزء الفعال للمحولات . وينتج طرازان من الموصلات المغناطيسية : قضيبى ومدرع . والموصل المغناطيسي القضيبى هو الاكثر انتشارا (الشكل ٣١)

\* تكون شرائح هيكل الموصل المغناطيسي للمحولات القديمة التصميم معزولة بورق رقيق ملصق على الشريحة . وما زالت مثل هذه المحولات تصادف بكثرة في الممارسة العملية للاصلاح .

والمؤلف من قضبان رأسية ١ بمقطع مدرج شبه دائري . وتقع على القضبان الملفات ٢ ذات الشكل الاسطوانى . وتدعى اجزاء الموصل المغناطيسى العليا والسفلى التى تغلق القضبان والتى ليس لها ملفات بانيار الموصل المغناطيسى .

وتشكل الانيار بربطها لجميع قضبان الموصل المغناطيسى دائرة مغناطيسية مغلقة وتكسب فى الوقت نفسه الهيكل صلابة محددة ومتانة ميكانيكية هى ضرورية الى اقصى حد وذلك لانه غالبا ما تؤثر على الموصل المغناطيسى قوى ديناميكية كبيرة مبعثها تقصيرات الدائرة فى الشبكة .

وتوجد للموصل المغناطيسى المدرع (الشكل ٣٢) قضبان مستطيلة المقطع موضوعة افقيا حيث توزع عليها ملفات مستطيلة الشكل .

ويوجد فى الاتحاد السوفيتى عدد قليل من المحولات اجنبية ووطنية الصنع ذات موصلات مغناطيسية من الطراز المدرع . وتوجد معظمها فى المحولات ذات التصاميم القديمة . وتقوم مؤسسات الاصلاح باعادة بناء مثل هذه المحولات عند اللزوم وذلك برفع استطاعتها اكثر وبتحسين مواصفاتها . ولا تستخدم فى الوقت الحاضر الموصلات المغناطيسية المدرعة فى المحولات ذات الاستخدام العام بسبب صعوبة تكنولوجيا صنعها . وتستخدم فقط فى بعض انواع المحولات الخاصة ، مثلا للافران .

ويوجد حسب طريقة توحيد القضبان مع الانيار نوعان من تصاميم الموصلات المغناطيسية : التوصيلية والحشوية .

ويقام فى التصميم التوصيلى بتجميع القضبان والانيار كل على حدة ، حيث تكبس الملفات على القضبان ومن ثم يوضع النير



العلوى من فوق . ولدرء تلامس الشرائح توضع بين الاجزاء التوصيلية للموصل المغناطيسى حشوات عازلة من الكرتون الكهربائى . وبعد تركيب النير العلوى يكبس كل الهيكل ويشد بصبالم رأسية . ان التصميم التوصيلى يسهل كثيرا التجميع والفك وذلك لانه يكفى لتلبيس ونزع الملفات رفع النير العلوى فقط .

بيد ان التصميم التوصيلى للموصلات المغناطيسية لا يخلو من النواقص التى لها اهمية كبرى عند صنع واصلاح وتشغيل المحولات التى توجد فيها مثل هذه الموصلات المغناطيسية .

ومن هذه النواقص : التيار الكبير للتشغيل البطيء (تقريبا بمرة ونصف اكثر من مثيله فى الموصل المغناطيسى ذى التصميم الحشوى) ، والطنين المرتفع للمحول عندما يكون شغالا . ان التيار الكبير للتشغيل البطيء هو نتيجة للفسحات الغير مغناطيسية المستمرة بين الانيار والقضبان . وتتوقف قوة هذا التيار على دقة قص الصلب وكبسه بالختم وعلى تجميع الموصل المغناطيسى وكذلك على سمك الحشوة العازلة الموضوعة فى الوصلات . وكلما كانت الحشوة اسماك ودقة تجميع الصلب اسوأ ، كلما كانت المقاومة المغناطيسية أعلى وبالتالى التيار الممغنط (بكسر النون) . ان الصعوبة الاساسية عند اصلاح الموصل المغناطيسى التوصيلى هى تكوين سطوح توصيلية مستوية للانيار والقضبان . وعند انحراف الوصلة او الضغط المتباين للحشوات على قضبان مختلفة مشدودة برداءة فى الاتجاه المحورى تبدأ هذه القضبان بالارتجاج بين الانيار وتحطيم الحشوة العازلة تحت تأثير قوى الجذب المغناطيسى . وتتلامس فى هذه الحالة صفائح الصلب الفعال للقضبان والانيار ويمكن ان تنشأ فى المحول دوائر مغلقة للتيار تؤدى الى خلل خطير («الحريق فى الصلب») .

ويجرى فى الوقت الحاضر صنع الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى ذات الاستخدام العام بالطريقة الحشوية . اذ يقام بتجميع القضبان والانيار بالشبك اى تقسم حسب السمك الى طبقات (عادة من صفيحتين او ثلاث) مشكلة من صفائح مستقلة بحيث انه فى كل طبقة يدخل جزء من شرائح القضيب فى النير . وهنا تقوم شرائح الطبقة الواحدة بتغطية وصلات شرائح الطبقة الوسطى . ومن افضليات التصميم الحشوى على التوصيل الوزن الاقل والمتانة الميكانيكية الكبيرة والفسحات الصغيرة فى اماكن الوصلات وصغر تيار التشغيل البطيء للمحولات .

بيد انه يتعقد عند التصميم الحشوى تجميع المحول : حيث انه لتلبس الملفات على القضبان يضطر فى البداية الى تفكيك حشو النير العلوى بطبقات مستقلة ومن ثم وبعد تلبس الملفات الى اعادة الحشو . ويقام بعمليات مشابهة عند اصلاح المحولات ذات الملفات المتضررة . ويتطلب الحشو دقة كبيرة فى انجاز العمليات وتقليل الفسحات بين شرائح القضيب والنير الى اقصى حد وذلك لان الفسحات الواسعة بينهما تؤدى الى رداءة ظروف امرار التيار المغناطيسى وتزيد من تيار التشغيل البطيء للمحول .

ويقام فى بناء المحولات فى الاتحاد السوفيتى ، وفى تصاميم الموصلات المغناطيسية القضيبيية بالذات ، باستعمال «الوصلة المائلة» (تقوم بتشكيلها الشرائح التى تكون اطرافها مقصوصة بزاوية  $45^{\circ}$  على الاغلب) وذلك بهدف تقليل قطاع الدائرة المغناطيسية الذى لا يتطابق عليه اتجاه التيار المغناطيسى لخطوط التأثير المغناطيسى مع اتجاه دلفنة صفائح الصلب .

وهذا له أهمية كبرى للصلب الكهربائى الصناعى المدلفن على

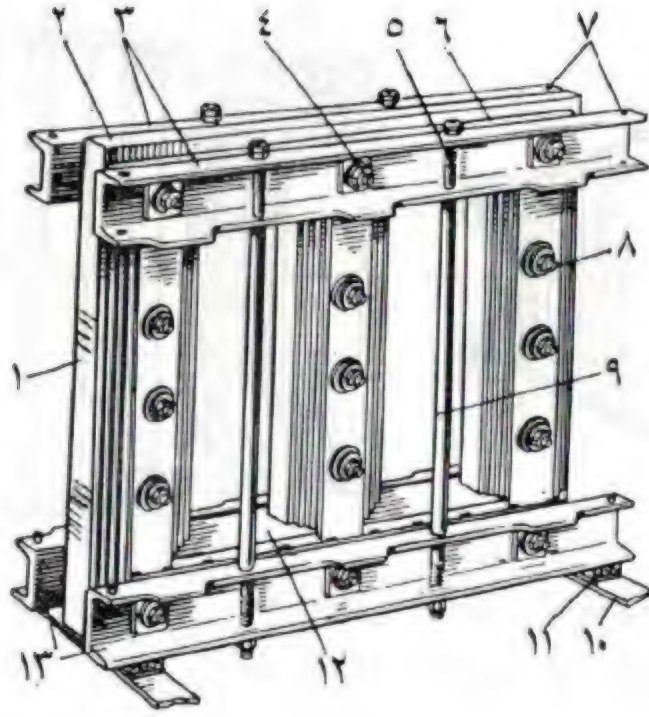


البارد والذي تصنع منه فى الوقت الحاضر الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى ، لأن قدرته على الامرار المغناطيسى باتجاه الدلفنة اعلى بكثير منه باتجاه تحت زاوية ما . واما فى الوصلة المائلة فان المنطقة التى تمتاز ببعض الشئ من عدم تطابق اتجاه التيار مع اتجاه دلفنة الصلب تنحصر بحجم صغير من الصلب الذى يتاخم وصلة الشرائح ولذا فانه يقل ازدياد فقدان على هذا القطاع .

ان حشو الموصلات المغناطيسية ذات القصات المائلة فى الشرائح أصعب من ذات الصفائح المستطيلة ، ولهذا السبب يتعقد كذلك جهاز شد الانيار ولذا فان الجهد العملى لتجميع الموصلات المغناطيسية ذات الوصلات المائلة يزداد كثيرا . ويكتفى فى بعض تصاميم الموصلات المغناطيسية ثلاثية الاطوار بالوصلات المائلة فقط عند القضبان الطرفية . واما القضيب الاوسط فينجز بوصلات مستقيمة عادية . ويقل فقدان التشغيل البطيء عند استعمال الوصلة المائلة فى تصميم الموصل المغناطيسى .

ويجب ان تكون شرائح الصلب لقضبان وانيار الموصل المغناطيسى مكبوسة بمتانة ، ولهذا الغرض كان يجرى حتى الآونة الاخيرة فى بناء المحولات تخريم ثقوب خاصة (بواسطة ختم الشرائح بالكبس) فى الصلب الفعال . وكانت توضع فى هذه الثقوب للموصل المغناطيسى المجمع صبالم أفقية وكانت تشد بواسطتها قضبان وانيار الموصل المغناطيسى . وقد كانت الصبالم تعزل عن الصلب الفعال بمتانة لتلافى تماس الشرائح الذى قد يتسبب فى ازدياد التيارات الدوامة والتسخين المحلى الشديد حتى «الحريق فى الصلب» .

بيد انه توجد لتصاميم الموصلات المغناطيسية ذات الثقوب فى الصلب الفعال للقضبان والانيار (الشكل ٣٣) نواقص ملموسة :



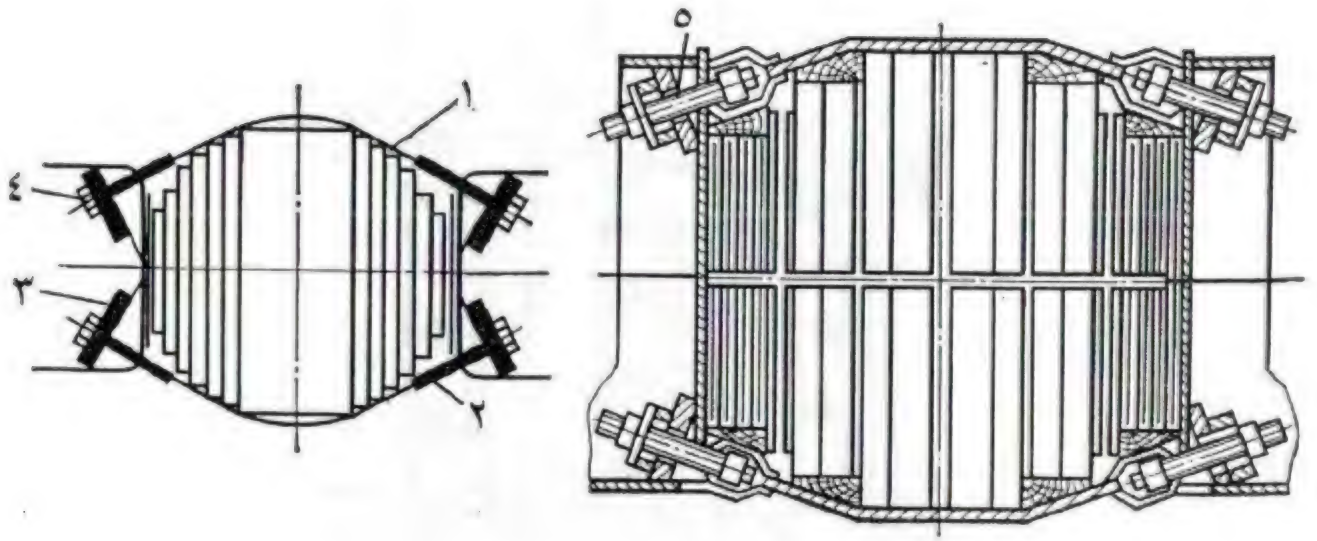
الشكل ٣٣ . موصل مغناطيسي لمحول باستطاعة ١٨٠٠ كيلوفلط أمبير بصبالم شد ممررة في ثقبو القضبان والانيار:

- ١ - قضيب الموصل المغناطيسي ، ٢ و ١٢ - النيران العلوى والسفلى ، ٣ و ١٣ - عارضتا النيرين العلوى والسفلى ، ٤ - صبلمة شد افقية كابسة للنير ، ٥ - صبلمة رأسية كابسة ، ٦ - حشوة عازلة ، ٧ - ثقبو لصبالم الرفع ، ٨ - صبلمة شد افقية كابسة للقضيب ، ٩ - ماسورة عازلة للصبلمة الرأسية الكابسة ، ١٠ - شريحة ارتكاز من الصلب ، ١١ - شريحة من الخشب

تكبس الثقوب بالختم على مكابس خاصة (وهذه واحدة من اكثر العمليات المجهدة عند صنع الموصلات المغناطيسية) ، تظهر حول كل ثقب منطقة من الصلب المشوه ميكانيكيا (ولازالة البرشمة الحاصلة من الضرورى تلدين الشرائح) ، ان الثقوب تقلل من المقطع وتسبب زيادة موضعية فى فقدان التشغيل البطيء ، واخيرا وحتى ان أكثر عوازل الصبالم الكابسة لقضبان وانيار الموصل المغناطيسى متانة قد تختل مع مرور الزمن محدثة عواقب وخيمة للمحول .

ولذا فانه تستعمل بشكل واسع فى الآونة الاخيرة تصاميم الموصلات المغناطيسية «الخالية من الصبالم» . ويوجد العديد من





الشكل ٣٤ . نير الموصل المغناطيسي المكبوس بانصاف الأطر :  
 ١ - شريط من الصلب ، ٢ - صبلمة ، ٣ - شريحة من الزجاج البلاستيكي ،  
 ٤ - صمولة كابسة ، ٥ - عزل الصبلمة من الصلب بماسورة

تصاميم الموصلات المغناطيسية الخالية من الصبالم المتميزة بطريقة كبس القضبان والانيار . اذ انه تشد القضبان للمحولات باستطاعة ٢٥٠ - ٦٣٠ كيلوفلط أمبير بمشدرات مؤقتة وهي مازالت في الوضع الأفقى حالا بعد التجميع . وعند تلبيس الملفات (وكقاعدة تكون الملفات ملفوفة على اسطوانة من الورق والباكيليت) تزال المشدرات ، وتركب بين الاسطوانة والموصل المغناطيسى شرائح واسافين خشبية تقوم بكبس شرائح القضيب بقساوة .

واما للمحولات ذات الاستطاعة الاكبر فيقام بكبس القضبان بأطر من الصلب او من شريط الالياف الزجاجية ، ولتلافي حدوث اللفة المغلقة يقام بانجاز الأطر من الصلب بعروة عازلة . وتلف الأطر من شريط الالياف الزجاجية بواسطة آلة خاصة تسمح بوضع الشريط بشكل متساو مع الشد اللازم لكبس القضيب .

وتستعمل لكبس الانيار صبالم تقع خارج القضبان الطرفية تقوم بشد عوارض النير (توضع العوارض بحيث تكون متينة ميكانيكيا) او

انصاف أطر من الصلب تطوق العوارض العلوية والسفلية . وتوضع في بعض التصاميم بدلا من انصاف الأطر صبالم من الصلب تتطلب مع ذلك بعض التكبير لفجوة الموصل المغناطيسي .

ويرى في الشكل ٣٤ نير الموصل المغناطيسي المكبوس بانصاف أطر من الصلب . ان نصف الاطار هو عبارة عن شريط من الصاب ١ بعرض ٤٠ - ٦٠ مم وبسمك ٤ - ٦ مم (يؤخذ عادة شريطان بسمك ٢ - ٣ مم) . وتلحم على اطراف الشريط صبالم من الصلب ٢ ، منفذة خلال الشريحة ٣ من مادة عازلة متينة (يستعمل الزجاج البلاستيكي أكثر من غيره) .

وعند شد الصواميل ٤ على الصبالم تتكون القوة اللازمة لكبس النير . ولتلافى تلامس شرائح صلب النير مع نصف الاطار توضع تحته صفيحة من الكرتون الكهربائي بسمك ٢ - ٣ مم .

ومع ذلك فان انصاف الاطر لوحدها لا تستطيع ان تكون القوى الكافية لكبس النير . وحتما تستعمل لشد الانيار تجهيزات شد خاصة على جوانب الموصل المغناطيسي تقع خارج الصلب الفعال . وقد تكون هذه التجهيزات صبالم من الصلب معزولة بمواسير من الورق والباكيليت ٥ وذلك خوفا من تماس محتمل مع القضبان . ويكون هناك ، اثناء عمل المحول ، مجال كهربائي بين ملفاته واجزائه المؤرضة (مثلا خزان الزيت) . وتنشحن كل الاجزاء المعدنية للمحول الواقعة في هذا المجال ، اى انها تكتسب جهدا ما . وتنشأ فروق في الجهد بين القطع المشحونة والخزان المؤرض . وبالرغم من صغر قيمتها فانها قد تكون كافية لخرق فجوات عازلة غير كبيرة تفصل بين الاجزاء المعدنية . ان خرق العوازل غير مرغوب فيه لانه يؤدي الى تفسخ واتلاف الزيت ، وهو مصحوب



دائما بفرقة مميزة تبعث على الشك فى صلاحية عازل المحول .  
ولذا لا بد من تأريض الموصل المغناطيسى والقطع المثبتة له ، اى  
يقام باكسابها كلها جهدا متساويا - جهد الخزان (الأرض) ،  
وتناسب الشحنات الكهربائية المتولدة على المؤرضات من القطع  
المعدنية للمحول الى الأرض .

وتؤرض عوارض النير وجميع المثبتات والقطع المعدنية ما عدا  
صبالم الشد الأفقية التى يكون جهدا دائما قريبا من جهد صلب  
الموصل المغناطيسى . ويتم التأريض بواسطة اشربة نحاسية توضع  
بين شرائح صلب الموصل المغناطيسى واما النهايات الاخرى لها  
فتثبت على عارضة النير . ويجرى توصيل العوارض العلوية والسفلية  
بصبالم شد رأسية ، واما مع الخزان المؤرض للمحول فيجرى توصيلها  
بصبلمة الرفع .

ومن الجائز ايضا طرق اخرى لتأريض القطع المعدنية ، وهى  
تعتمد على تصميم الموصل المغناطيسى وتثبيت الجزء الفعال فى  
الخزان والعلاقة بين القطع المستقلة . وعلى اى حال فان اتباع  
التعليمات الخاصة بتأريض العناصر المستقلة لتصميم المحول شىء  
لا بد منه .

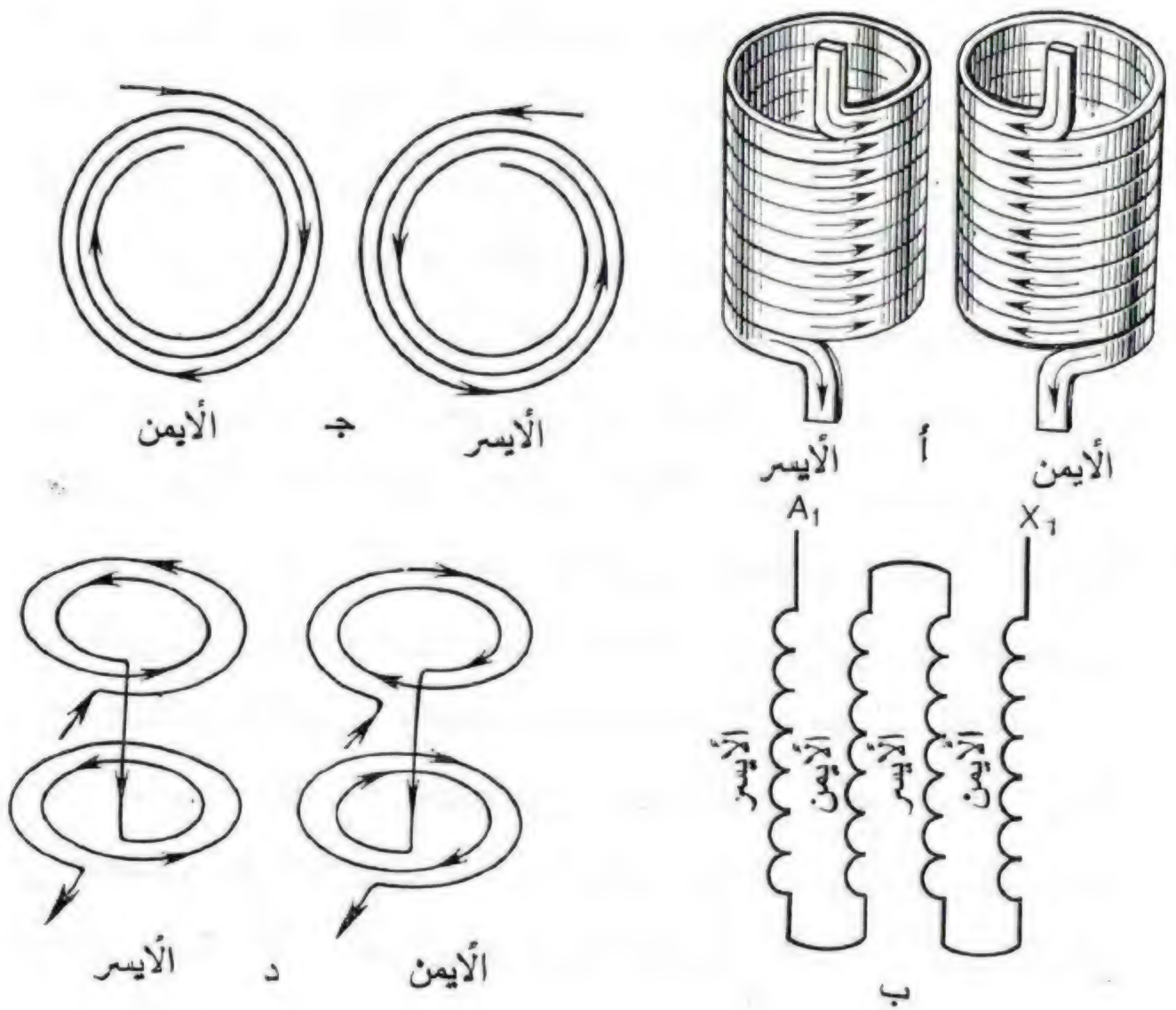
ان الموصل المغناطيسى هو من اكثر الاجزاء اهمية حيث  
يتوقف العمل الطبيعى والمستمر للمحول الى حد كبير على صحة  
تجميعه وطريقة انجاز تأريضه .

### البند ١٩ . ملفات محولات القوى

ان العنصر الأساسى للملف هو اللفة ، اى الموصل (السلك)  
الكهربائى او عدد من هذه الاسلاك الموصولة على التوازي والتى

تشمل جزءا من النظام المغناطيسي للمحول والتي تنشأ فيها القوة الدافعة الكهربائية تحت تأثير التيار المغناطيسي في هذا الجزء . يدعى بالملف مجمل اللفات التي تشكل الدائرة الكهربائية التي تتجمع فيها القوى الدافعة الكهربائية الموجهة في اللفات (بهدف الحصول على فلطيات المحول العالية والمتوسطة والمنخفضة) . ويفهم من عبارة الملف في المحول ثلاثي الاطوار عادة مجمل ملفات الفلطية العالية والمنخفضة للاطوار الثلاثة كلها . ويجرى اختيار تصميم الملف مع الأخذ بعين الاعتبار استطاعة المحول المنسوبة الى قضيب واحد ومعدن سلك الملف (النحاس او الالومنيوم) وتيار الملف للقضيب والفلطية المقدرة للملف ومقطع اللفة . وتتكون ملفات المحول من سلك اللف وقطع العزل المرتبة في التصميم والمعدة لوقاية لفات الملف من الخرق الكهربائي ولدرء ازاحتها تحت تأثير القوى الكهرومغناطيسية وكذلك لتكوين قنوات التبريد اللازمة لابعاد الحرارة عن ملفات المحول الشغال . ويميز بين الملفات حسب اتجاه اللف ، ووضعها على قضبان الموصل المغناطيسي ، ومخطط توصيل العناصر المستقلة للملف بين بعضها ، وحسب عدد الاسلاك المتوازية . ويميز بين الملفات اليمنى واليسرى حسب اتجاه اللف مثل قلاووظ البرغى . وهذا منسوب الى الملفات الاسطوانية واللولبية الأحادية الطبقة (الشكل ٣٥ ، أ) . ويحسب اتجاه الملف الاسطوانى العديد الطبقات حسب اتجاه لف الطبقة الداخلية الاولى (الشكل ٣٥ ، ب) . واما الوشائع المستقلة المنجزة على شكل حلزون مسطح فلا يوجد لها اتجاه اللف . وتعتبر الوشائع القرصية المزدوجة يمينية اذا سار السلك من النهاية الخارجية العليا باتجاه عقارب الساعة ، ويسارية اذا كان

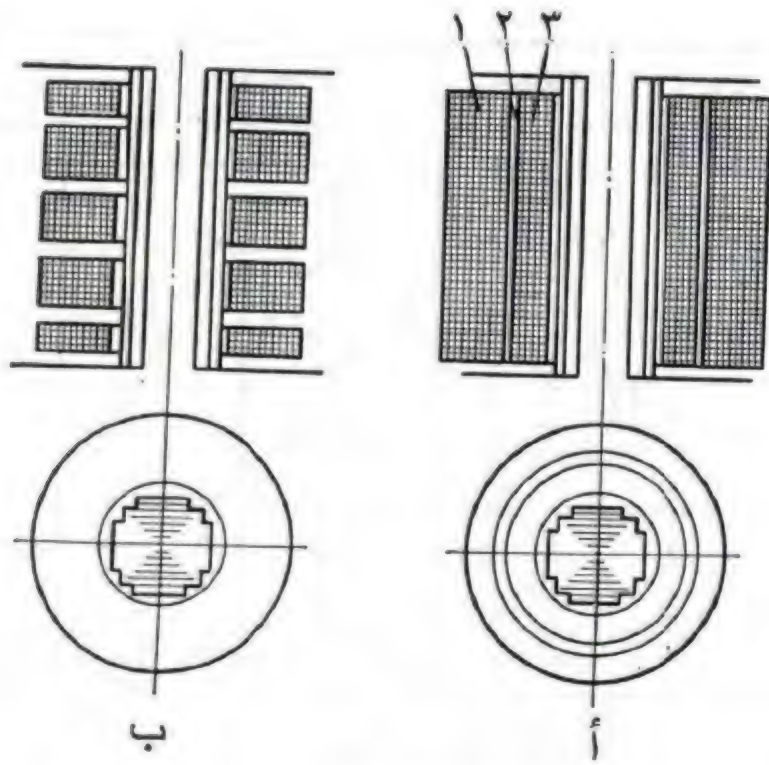




الشكل ٣٥ . اتجاهات لف الملفات :

أ - احادية الطبقة ، ب - عديدة الطبقات ، ج - القرصية الحلزونية منفردة الوشيجة ،  
د - القرصية الحلزونية ثنائية الوشيجة

اتجاه السلك عكس اتجاه عقارب الساعة (الشكل ٣٥ ، ج) .  
وينطبق هذا التحديد على الملفات المستمرة (الشكل ٣٥ ، د) .  
ويتم انجاز معظم ملفات المحولات باللف الايسر لسهولة تجهيزها .  
ويتم التمييز بين الملفات المتحدة المركز والمتتالية حسب وضع  
الملف على قضيب الموصل المغناطيسي . ويدعى وضع الملفات  
بالمتردد المركز عندما يحيط بملف الفلطة المنخفضة المجلس



الشكل ٣٦ . اوضاع ملفات الفلطة العالية والمنخفضة على قضيب الموصل المغناطيسي :  
 أ - المتحد بالمركز ، ب - المتتالي ؛ ١ - ملف الفلطة العالية ، ٢ - اسطوانة  
 عازلة ، ٣ - ملف الفلطة المنخفضة

مباشرة على قضيب الموصل المغناطيسي ملف الفلطة العالية المركب  
 على هذا القضيب بمركز موحد معه (الشكل ٣٦ ، أ) .  
 وتركب الملفات الاسطوانية فقط بطريقة اتحاد المركز.  
 وتدعى ملفات الفلطة المنخفضة والعالية المركبة على قضيب الموصل  
 المغناطيسي حسب تواليها في الاتجاه المحورى بالمتتالية (الشكل  
 ٣٦ ، ب) .

ويرمز الى بداية ونهاية الملفات الابتدائية والثانوية لمحولات  
 القوى فى نظام معين . ويرمز الى بدايات ملفات المحولات احادية  
 الطور بالحروف الابدجية اللاتينية  $A, a$  والى النهايات بالحروف  
 $X, x$  . وتنسب الحروف الكبيرة الى ملفات الفلطة العالية والحروف  
 الصغيرة الى ملفات الفلطة المنخفضة . واذا وجد فى المحول ،  
 بالاضافة الى الملفين الابتدائي والثانوي ملف ثالث بفلطة متوسطة  
 فانه يرمز الى بدايته بالحروف  $A_m$  ونهايته بالحروف  $X_m$  .



الرموز الاصطلاحية	الرسوم البيانية لموجهات الفلظية	مخططات توصيل الملفات	فلظية الملفات	أشكال التوصيلات
$Y/Y_0 - 12$			ف ع	نجمة - نجمة مع المحايد الخارج
			ف م	
$Y/\Delta - 11$			ف ع	نجمة - مثلث
			ف م	
$Y/\Delta - 11$			ف ع	نجمة مع المحايد الخارج - مثلث
			ف م	

الشكل ٣٧ . المخططات والمجموعات الأكثر شيوعا لتوصيلات ملفات المحولات ثلاثية الاطوار ثنائية الملفات

واما في المحولات ثلاثية الاطوار فيرمز الى بدايات ونهايات الملفات بالحروف:  $A, B, C; X, Y, Z$  وتعني الفلظية العالية، واما  $a, b, c; x, y, z$  فتعني الفلظية المتوسطة؛ واما  $A_m, B_m, C_m; X_m, Y_m, Z_m$  فتعني الفلظية المنخفضة. ويقام احيانا في المحولات ثلاثية الاطوار ذات التوصيل على هيئة نجمة بالاضافة الى بدايات الملفات باخراج النقطة الصفرية الى النقطة المشتركة لوصلة نهايات كل الملفات والذي يرمز اليها  $O, O_m, o$  .

ويرى فى الشكل ٣٧ مخططات ومجموعات توصيلات ملفات المحولات ثلاثية الاطوار ثنائية الملفات . وجرت العادة بان يرمز الى مخطط التوصيل على هيئة نجمة بالعلامة  $Y$  ؛ وعلى هيئة مثلث بالعلامة  $\Delta$  . واذا اخرجت النقطة الصفرية للملفات الى الخارج فانه يرمز الى مثل هذه الوصلة بالعلامة  $\nabla$  . واذا كان ملف الفلطية العالية للمحول موصولا على هيئة نجمة وملف الفلطية المنخفضة على هيئة مثلث فانه يرمز الى هذه الوصلة بالعلامة  $Y/\Delta$  ، واذا كانت النقطة الصفرية خارجة فبالرمز  $Y_0/\Delta$  . ويوضع فى مكان البسط لهذا «الكسر» دائما رمز ملف الفلطية العالية وفى المقام رمز ملف الفلطية المنخفضة . واذا وجد ملف ثالث موصول مثلا على هيئة نجمة ايضا فانه يقام بوضع رمز الملف الثالث بين رمزى ملفات الفلطية العالية والمنخفضة كالتالى  $(Y_0/Y/\Delta)$  .

ان «بداية» و «نهاية» الملف ما هى الا مفاهيم اصطلاحية لانه عند مرور التيار المستمر فان اى طرف من الملف تجوز تسميته بالبداية . بيد انه عند لف الملفات وخاصة عند وصلاتها المتبادلة ، من الضرورى استعمال هذه المفاهيم .

وتشير الارقام 12 أو 0 و 11 فى خانة الرموز الاصطلاحية فى الشكل ٣٧ الى مجموعات توصيل الملفات - الصفرية والحادية عشرة . ومن المتبع فى نظرية التيارات المترددة التعبير عن الكميات الكهربائية المتغيرة بجيب الزاوية مع الزمن فى الرسوم البيانية (القوة الدافعة الكهربائية ، الفلطية ، التيار) بواسطة الموجهات (الكميات الموجهة) . ويرسم الموجه على شكل قطاع من خط ذى سهم . وهكذا فان السهم يشير عند رسم موجه الفلطية الى اتجاهه واما قطاع الخط المحدد بالمقياس فيشير الى قيمته (فى لحظة المدى الاكبر

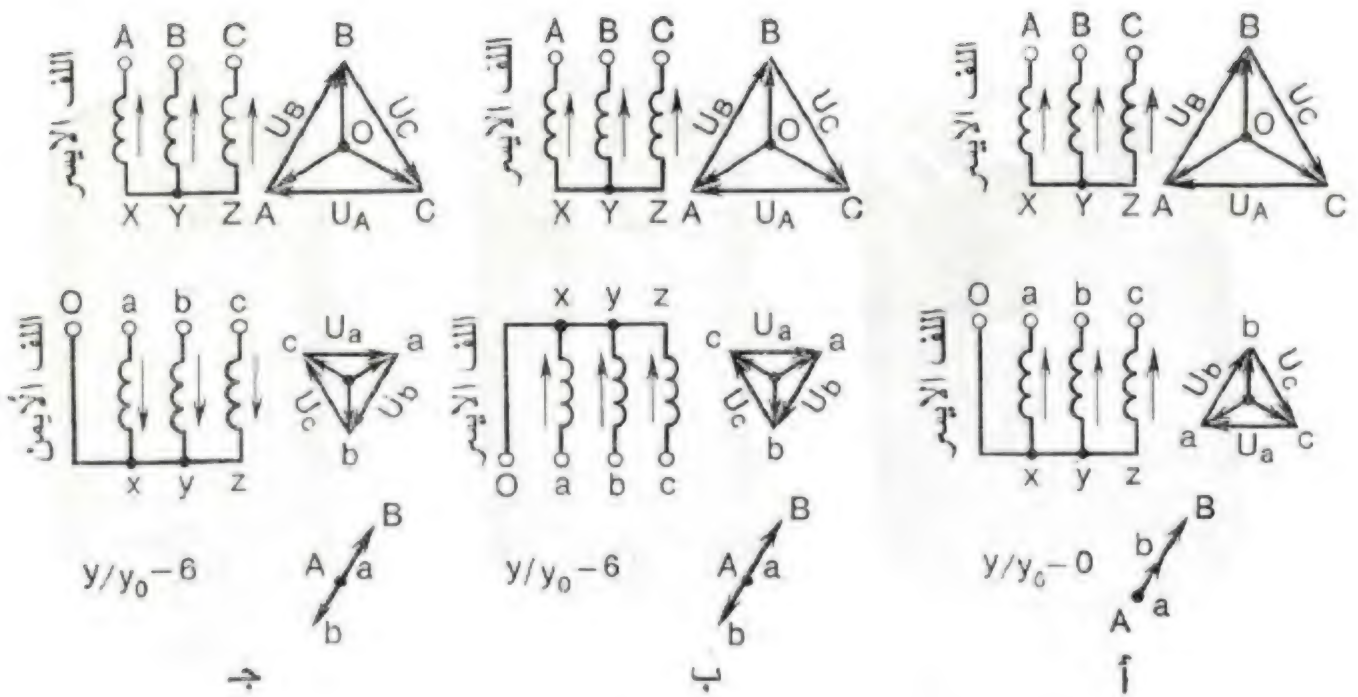


خلال الدورة) . وقد اتخذت زاوية ازاحة (انفراج) موجه الفلطية الخطية لملف الفلطية المنخفضة بالنسبة للموجه المناسب للفلطية الخطية لملف الفلطية العالية مساوية  $30^\circ$  كوحدة المجموعة . ويبدأ حساب الازاحة من موجه الفلطية الخطية لملف الفلطية العالية وباتجاه عقارب الساعة . وهكذا ، مثلا المجموعة 0 تعنى ان موجها الفلطيّات الخطية لملفات الفلطية المنخفضة غير مزاحة بالنسبة لموجها الفلطيّات الخطية لملفات الفلطية العالية ، اى انها تتطابق ؛ واما المجموعة الحادية عشرة فانها تناسب ازاحة الفلطيّات الخطية بمقدار  $330^\circ$  ( ١١ ) مضروبا بوحدة الازاحة الزاوية المساوية  $30^\circ$  للموجهاات) .

واذا اعتبرنا اتجاه موجه الفلطية الخطية لملف الفلطية العالية كعقرب الدقائق للساعة ، واتجاه موجه الفلطية الخطية لملف الفلطية المنخفضة كعقرب الساعات فان المجموعة الصفرية 0 (حسب المعيار القديم كانت المجموعة الصفرية تدعى بالثانية عشرة) ستناسب انطباق العقارب على الساعة الثانية عشرة .

ويعتمد الحصول على هذه المجموعة او تلك عند توصيل الملفات فى المخطط على اتجاه لفها وتتابع توصيل الملفات الطورية وتوالى الاطوار عند التوصيل على هيئة نجمة او مثلث .

ويعار اهتمام كبير لاتجاه لف الملفات لأن اتجاه القوة الدافعة الكهربائية المؤثرة فى الملف تعتمد عليه . فمثلا ، اذا وجد على قضيب واحد ملفان باتجاه مماثل للـ فان اتجاهات القوة الدافعة الكهربائية ستنتطبق فى الملفات واما اذا كان اتجاه اللـ مختلفا فان الاتجاهات ستكون متعاكسة . ولذا يقام ، كما اشير الى ذلك سابقا ، بتقسيم لف الملفات الى الايسر والايمن تلافيا



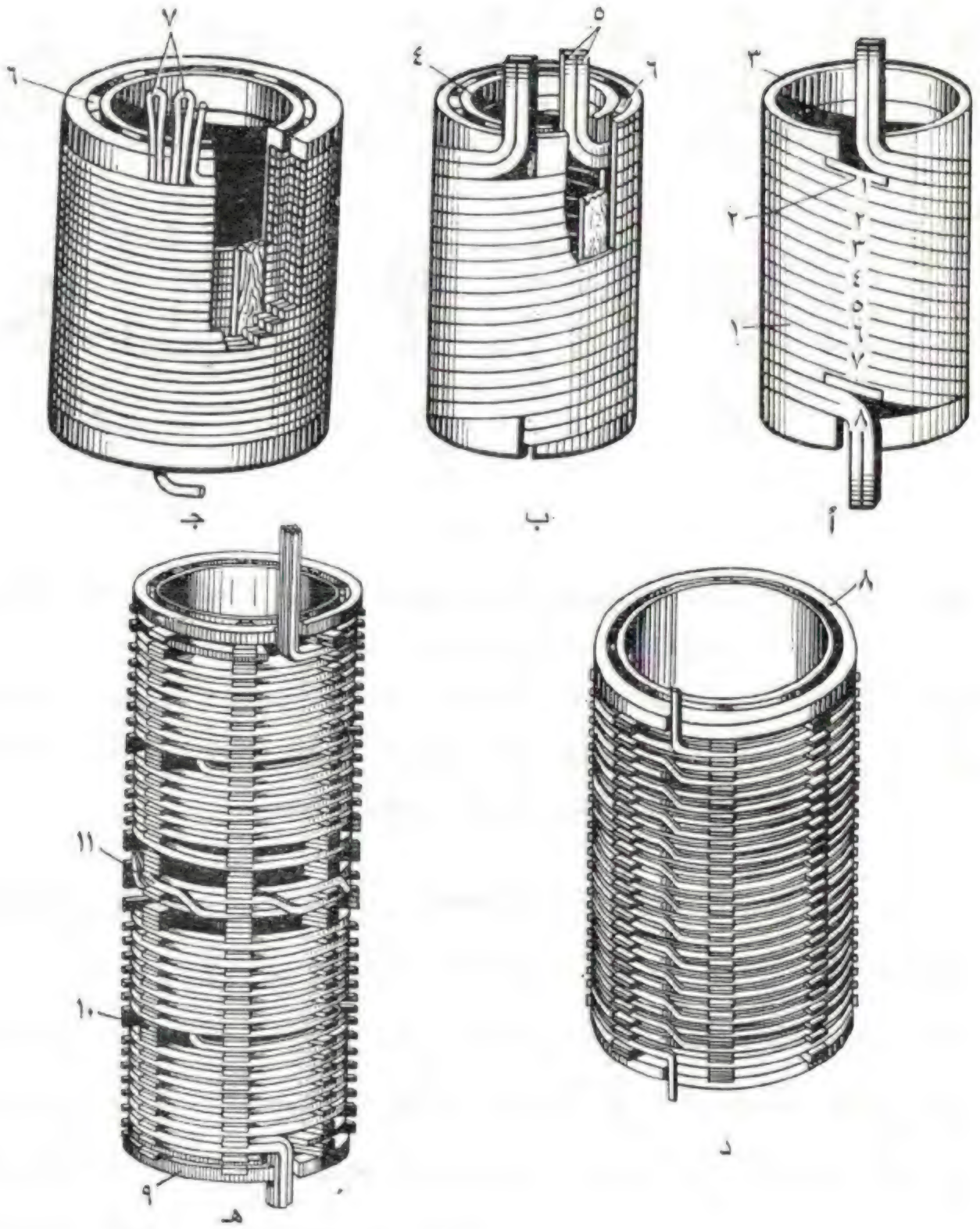
الشكل ٣٨ . مجموعات محتملة لتوصيل ملفات المحولات ثلاثية الاطوار في مخطط نجمة - نجمة مع المحايد الخارج :

أ - في المجموعة الصفيرية (اتجاه واحد للف) ، ب - في المجموعة السادسة (اتجاه واحد للف ولكن بدايات ونهايات احد الملفات اعيد تأشيرها) ، ج - في المجموعة السادسة (اتجاه مختلف للف)

للتجميع والتوصيل الخاطئين لمخططات ملفات المحولات . ويجوز في المخططات المتشابهة تكوين مجموعات مختلفة لتوصيل الملفات . ويرى في الشكل ٣٨ المجموعات المحتملة لتوصيل ملفات المحولات ثلاثية الاطوار في المخطط الشائع في المحولات ذات الاستخدام العام نجمة - نجمة مع المحايد الخارج باتجاه الفلطية المنخفضة  $(Y/Y_0)$  .

ان الحصول على هذه المجموعة او تلك لتوصيل الملفات حسب المخطط  $Y/Y_0$  يمكن تتبعه وذلك باستعمال الرسوم البيانية لموجهاة الفلطية حيث ترى مجازا ملفات الفلطية العالية والمنخفضة باتجاهات (يسرى) واحدة للف لفائفها (الشكل ٣٨ ، أ ، ب) ومختلفة (الشكل ٣٨ ، ج) .





الشكل ٣٩ . ملفات اسطوانية لمحولات القوى :

- أ- احادى الطبقة ، ب - ثنائى الطبقة ، ج- عديد الطبقات ، د- مستمر ،  
هـ- لولبى ؛ ١ - لفات سلك مستطيل المقطع ، ٢ - صفيحة من الكرتون الكهربائى  
لتقوية اللفات الطرفية للملف ، ٣ - حلقات معدلة مشطورة ، ٤ - اسطوانة من الورق  
والباكيليت ، ٥ - نهاية الطبقة الاولى للملف ، ٦ - قدد (شرايح) رأسية ،  
٧ - تفريعات داخلية للملف ، ٨ - حلقة عازلة سائدة ، ٩ - عازل طرفى ،  
١٠ و ١١ - موضع انتقالى للمجموعة وآخر عام لللفات الملف



ويمكن فى المخطط  $\gamma/\Delta$  الحصول على بعض مجموعات توصيل الملفات ذات الاتجاه الواحد .  
ان تصاميم ومخططات توصيل ملفات المحولات متنوعة ،  
الا انه تستعمل فى محولات القوى ثلاثية الاطوار ذات الحجم الاول والثالث وذات الاستخدام العام ، تستعمل على الاغلب ملفات اسطوانية احادية وثنائية وعديدة الطبقات ومستمرة ولولبية موصولة حسب مخطط نجمة - نجمة مع محايد خارج باتجاه الفلطية المنخفضة . ويورد ادناه وصف مختصر لتركيب هذه الملفات حيث يتاح التفهم الافضل لتكنولوجيا اصلاح المحولات مع تجهيز ملفات جديدة .

ان الملف الاسطوانى احادى الطبقة المنجز بسلك لف مستطيل المقطع (الشكل ٣٩ ، أ) بسيط فى التصميم ويستخدم على الاغلب فى المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٢٥٠ كيلوواط أمبير كملف للفلطية المنخفضة . ويجوز استخدامه لدى الاستطاعات الكبيرة اذا كان معرضا اثناء عملية تجهيزه لمعالجة خاصة تضمن المتانة الميكانيكية عند حدوث الدوائر المقصرة .

وتقوم لفات من سلك واحد او عدة اسلاك تلف بخط حلزوني على اسطوانة من الورق والباكيليت بتكوين طبقة الملف . ويجرى تمديد كل لفه بجانب سابقتها بشكل متراس فى الطبقة باتجاه محورى للملف . وتوضع بداية ونهاية الملف على طرفيه المتعاكسين ويجرى لف الملف احادى الطبقة كذلك بسلك مستدير المقطع . ولاكتساب المتانة الميكانيكية الكبرى يقام بوضع ضمادة من شريط الالياف الزجاجية على الملف بحيث يجرى لفه بنصف تغطية فوق الحلقات المعدلة واللفات الطرفية . وتثبت الصفيحة ٢ من



الكرتون الكهربائي بسمك ٠,٥ مم على اللفة الطرفية بطبقة واحدة من شريط قطنى يوضع بنصف تغطية . ويلصق الشريط بطلائه مسبقا بطبقة رقيقة من الورنيش الباكليتي .

ويتكون الملف الاسطوانى ثنائى الطبقة (الشكل ٣٩ ، ب) من لفات ملفوفة بطبقتين ، بسلك مستطيل او مستدير المقطع من النحاس او الالومنيوم . وتوضع لفات كل طبقة من الملف كذلك كما فى الملف احادى الطبقة . ويجرى انتقال اللفات من طبقة الى اخرى فى الجزء السفلى من الملف واما بداية ونهاية اللفات فيخرج بها الى الطرف العلوى للملف .

وتوجد بين طبقات الملف قنوات رأسية للزيت يتم تشكيلها بقدد (شرايح) من خشب الزان وشرائط من الكرتون الكهربائي الموضوعة رأسيا والمستخدمه لتحسين ظروف تبريد الملف بفضل دوران الزيت عبر هذه القنوات . ويقام لتعديل الجزء الطرفى للملف بتركيب حلقات مشطورة اسفينية الشكل من الكرتون الكهربائي على اطراف كل طبقة .

وتستخدم الملفات ثنائية الطبقة فى الاساس كمفات للفلطية المنخفضة لمحولات القوى ذات الاستطاعة البالغة ٦٣٠ كيلوفلط أمبير وبفلطية تبلغ ٦٩٠ فلط .

ويكون الملف الاسطوانى عديد الطبقات (الشكل ٣٩ ، ج) ملفوفا ، كقاعدة ، من سلك مستدير المقطع . ويجرى اللف بوضع اللفات وهى متراصة الواحدة بالآخرى مع الانتقال من طبقة الى اخرى . ويجرى لف الطبقة الاولى على اسطوانة من الورق والباكليت . واما الطبقات التالية فتوضع بينها بضع طبقات من ورق الكابلات . ولزيادة سطح التبريد يتم تشكيل قناة محورية

بين بعض طبقات الملف ، بواسطة قدد من خشب الزان او من الكرتون الكهربائي الماصوق .

ويقام لوقاية الملف من الاضرار الميكانيكية و لرفع مستوى العزل بوضع «حافة» (جانب) تحت اللفات الطرفية لكل طبقة وهي عبارة عن شريط ضيق من الكرتون الكهربائي بسمك يبلغ ٢ مم ، ملصوق على شريط أعرض من ورق التليفونات .

ويجرى اثناء عملية لف كل طبقة من الملف ضغط الشريط الورقي للحافة باللغات الطرفية واما شريط الكرتون فيعمل كقاعدة ارتكاز للملف الجاهز .

وتستخدم الملفات الاسطوانية عديدة الطبقات الملفوفة باسلاك مستديرة المقطع كملفات للفلطية العالية (نادرا للفلطية المنخفضة) للمحولات المبردة بالزيت ذات الاستطاعة البالغة ٦٣٠ كيلوفلط أمبير وبفلطية ٦ - ٣٥ كيلوفلط ولمحولات اخرى ذات درجات اعلى للفلطية .

ويتكون الملف المستمر (الشكل ٣٩ ، د) من عدة وشائع ملفوفة بشكل مستمر ، اى بدون قطع السلك عند انتقاله من وشيعة الى اخرى . وتكون نصف الوشائع (غالبا ذات الارقام الفردية) فى الملف المستمر متنقلة (بمواضعها) .

ويتراوح عدد الوشائع ، اى نصيب كل قضيب من ٤٠ الى ١٢٠ ؛ وتتكون كل وشيعة من بضع لفات ملفوفة على المسطح - لفة فوق لفة ؛ واما عدد اللغات فى الوشيعة فيتراوح بين ٢ و ٤٠ لفة . وتكون وشائع الملف المستمر للمحولات ذات الحجم الاول والثالث ملفوفة على قدد من الكرتون الكهربائي موضوعة على الاسطوانة من الورق والبأكيليت والتي تشكل قناة رأسية على امتداد السطح الداخلى



للملف . ولتشكيل القنوات الافقية بين الوشائع يقام بتثبيت حشوات من الكرتون الكهربائي على القدد .

وقد تتكون لفة وشيعة الملف المستمر من سلك واحد او عدة اسلاك متوازية (عادة لا تزيد عن اربعة) . وعند استعمال عدة اسلاك متوازية بدلا من سلك واحد ذى مقطع كبير ، ينخفض الفقدان الناتج عن التيارات الدوامة فى الملف . وعندما يكون فى اللفة سلكان متوازيان (وأكثر) فانه يقام لتعديل طوليها ومقاومتهما وكذلك مكان كل منهما فى مجال الانتشار المغناطيسى عند الانتقال من وشيعة الى اخرى ، يقام باستخدام عملية انتقال (تغيير مواضع) الاسلاك التى تنجز اثناء اللف عند كل انتقال من وشيعة الى اخرى . وعند تنفيذ عملية تغيير المواضع فان اعادة وضع كل سلك تحتل ، كقاعدة ، فسحة واحدة بين الحشوات وعلى هذا النحو فان عدد الفسحات على محيط الملف المشغولة بمواضع الانتقال يكون مساويا لعدد الاسلاك المتوازية .

ويتم الوصول الى استمرارية اللف بنقل اللفات فى الوشائع بحيث يكون الانتقال الواحد خارج الملف واما الثانى فبداخله . وينجز الانتقال (الداخلى والخارجى) من وشيعة الى اخرى على مستوى اللفة الطرفية (الداخلية والخارجية على التوافق) وذلك بشئى السلك على الضلع . ويكون عدد الوشائع فى الملف المستمر زوجيا على الاغلب ، وفى هذه الحالة تكون بداية ونهاية الملف واقعتين اما فى خارج الملف او بداخله . ومن الجائز ان يكون عدد اللفات فى كل وشيعة صحيحا او كسريا .

وتنجز الملفات المستمرة بتفريعات لضبط الفلطية او بدونها . ويقام باخراج تفريعات الضبط من اللفات الخارجية (نادرا من

الداخلية) وعلى نحو يكون معه عدد اللفات بين التفرعات المتجاورة مطابقا لدرجة واحدة من الضبط .

وتكون الملفات المستمرة لمحولات القوى من الحجم الاول والثانى ملفوفة على الاغلب باسلاك من الالومنيوم واما للمحولات الأكثر استطاعة والعاملة على فلطية ٣٥ كيلوفلط فباسلاك من النحاس .

وتوجد لوشائع الدخول لملف الفلطية العالية العاملة على ١١٠ كيلوفلط وقاية استيعابية جزئية (من فرط الفلطية) على شكل حلقات استيعابية ولفات حاجبة . والحلقة الاستيعابية هي عبارة عن وردة مكبوسة من الكرتون الكهربائي مغلقة بورق مفضض رقيق معدني بنفسحات للحيلولة دون تكوين لفة ذات دائرة مقصرة ؛ وتكون الوردة معزولة بعدة طبقات من ورق الكابلات . وتنجز اللفات الحاجبة من اسلاك معزولة بشدة وتعمل على تعديل الحقل الكهربائي في وشائع الدخول .

ان الملفات المستمرة منتشرة بفضل امتيازاتها في المحولات العاملة في مجال واسع من الاستطاعات والفلطيات . ويعزى اليها التصميم البسيط نسبيا ، والتكنولوجيا الرفيعة لتجهيزها ، والسطح الكبير للتبريد وكذلك للارتكاز ، الذي يجعل الملف ثابتا جدا بالنسبة للقوى المحورية الناتجة عند تقصير الدوائر .

ويتكون الملف اللولبي (الشكل ٣٩ ، هـ) من عدد من اللفات الملفوفة باسلاك مستطيلة المقطع على خط لولبي ومن هنا جاءت التسمية . وخلافا للملف عديد الطبقات يكون الملف اللولبي احادي الطبقة مع توزيع الاسلاك في الاتجاه الشعاعي واحدا فوق الآخر على المسار الحلزوني . وتتكون كل لفة من الملف من عدة اسلاك

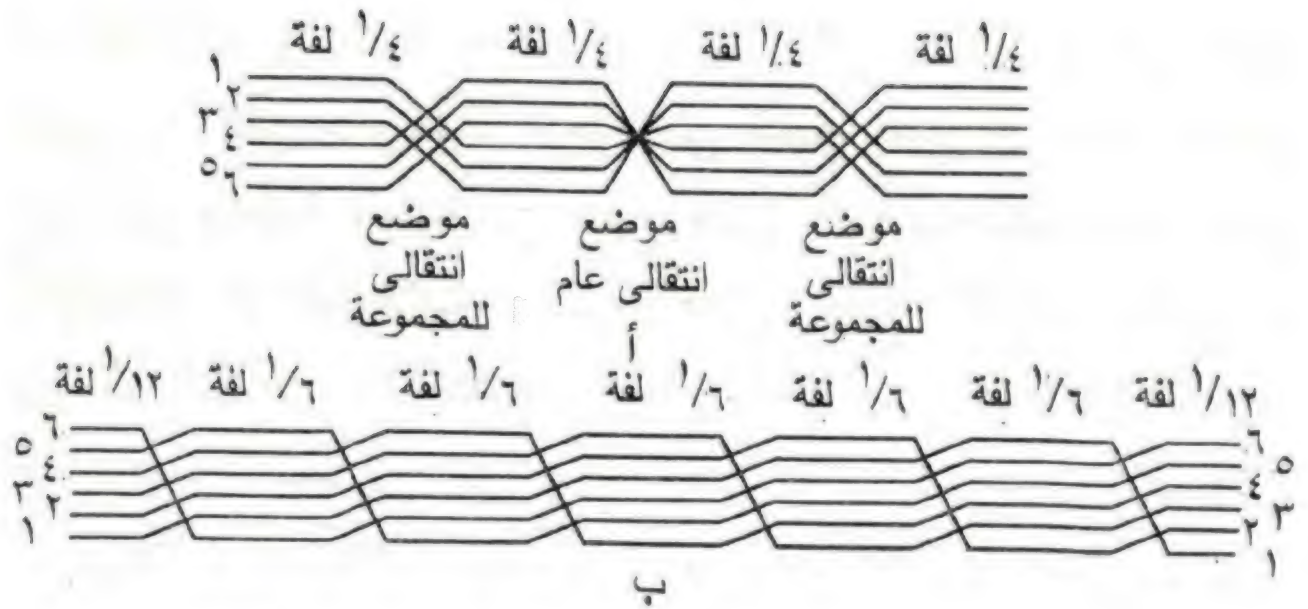


متشابهة ومتوازية . وتقع بين لفات الاسلاك حشوات من الكرتون الكهربائي تشكل قنوات الزيت لابعاد الحرارة عن الملف . ويدعى الملف اللولبي كذلك بالملف عديد التوازي وذلك لان العدد الكلي للموصلات في الملف قد يبلغ عدة عشرات . وتبعاً لعدد الاسلاك المتوازية واللفات يقام بانجاز الملف اللولبي بشوط واحد او بعدة اشواط ، اى انه يتكون من ملف لولبي واحد او اثنين او عدة ملفات لولبية مستقلة ملفوفة احداها بالآخرى اثناء عملية تجهيزها .

وتكون الاسلاك المتوازية للملف اللولبي موضوعة بمركز موحد ، ولذا فهي واقعة على ابعاد مختلفة عن محوره ، فانه اذا لم يعجر نقل مواضعها فان اللفات الاقرب من المحور ستكون بقطر اصغر وبالتالي اقصر من غيرها واما اللفات الابعد عن المحور فستكون بقطر اكبر واطول . وسيقوم الفرق في الطول والموقع في مجال الانتشار المغناطيسى للاسلاك المتوازية باحداث عدم التكافؤ في مقاوماتها الفعالة والتأثيرية وبالتالي التوزيع الغير متساوى للتيار بينها ، والتسخين الزائد للاسلاك السفلية في مقطع اللفة .

وتستعمل في الملفات اللولبية مختلف اشكال المواضع الانتقالية . ويستعمل عادة في الملف احادى الشوط مزيج من شكلين للمواضع الانتقالية : للمجموعة ، عندما تقسم الاسلاك المتوازية الى مجموعتين تتبادلان بالمواقع ، والعام ، عندما يتغير الموقع المتبادل لجميع الاسلاك المتوازية . وعدا عن ذلك فانه يستعمل الموضع الانتقالى الذى يحمل اسم (بيود) والمكون من موضعين انتقاليين للمجموعة وواحد عام .

واما في الملف اللولبي ثنائى الشوط فيستعمل الموضع الانتقالى الموزع بتساو والذى يحمل اسم (هوبارت) . وعند هذا الشكل من



الشكل ٤٠ . مخططات مبدئية للمواضع الانتقالية للاسلاك فى الملفات اللولبية :  
 أ - احادية الشوط عند المواضع الانتقالية للمجموعة والعام للاسلاك ، ب - ثنائية الشوط عند الموضع الانتقالى الموزع بتساو للاسلاك . يشار بالاعداد الى ارقام الاسلاك الجارى نقلها

الموضع الانتقالى يجرى نقل الاسلاك من مجموعة الى اخرى خلال فسحات متساوية على طول الملف . ويكون عدد النقلات فى الملف عادة مساويا لعدد الاسلاك المتوازية . وترى فى الشكل ٤٠ ، أ و ب مخططات مبدئية للمواضع الانتقالية لاسلاك الملفات احادية وثنائية الشوط .

ويتمتع الملف اللولبى بسطح طرفى كبير وبمتانة ميكانيكية عالية وبسطح تبريد واسع . ويصمد للقوى المحورية الكبيرة ، المؤثرة عليه عند تقصير الدوائر . ويستخدم الملف اللولبى كملف للفلطية المنخفضة على الاغلب فى محولات القوى ذات الاستطاعة البالغة ١٠٠٠ كيلوواط أمبير واكثر .

ولتجهيز ملفات محولات القوى ذات الاستخدام العام تستعمل اسلاك لف من النحاس والالومنيوم مستديرة المقطع ومستطيلته تكون معزولة : النحاسية منها - بعدة طبقات من ورق التليفونات



او الكابلات ؛ بطبقة واحدة من نسيج قطنى ؛ بطبقتين من نسيج قطنى ؛ بالمينا وبطبة واحدة من نسيج قطنى ؛ بمينا مقاوم للورانيش وبطبة واحدة من نسيج قطنى ؛ بعدة طبقات من ورق التليفونات او الكابلات ونسيج قطنى يوضع كلولب مفتوح ؛ واما الاسلاك من الالومنيوم - بعدة طبقات من ورق التليفونات او الكابلات ؛ بطبقتين من نسيج قطنى ؛ بعدة طبقات من ورق التليفونات او الكابلات ونسيج قطنى يوضع كلولب مفتوح . وعند ضرورة الحصول على ملف ذى لفات متراصة وكذلك استبعاد توسيخ الزيت بخيوط النسيج القطنى يقام باستعمال اسلاك لف معزولة بطبقتين من الورق .

## البند ٢٠ . المبدلات

تستخدم المبدلات فى المحولات لضبط الفلطية بواسطة تغيير التوصيلات لتفريعات الملف بين بعضها او مع طرف الادخال . ويكون استعمالها مرتبطا بضرورة تأمين المستهلكين بالطاقة الكهربائية ذات النوعية القياسية حسب الفلطية .

ان انحراف الفلطيات عن القياس نحو الارتفاع او الانخفاض على حد سواء ينعكس سلبيا على عمل الوحدات الكهربائية للمستهلكين . وعلى سبيل المثال فعند خفض الفلطية فى الشبكة الى ١٠٪ يقل تردد دوران المحركات الكهربائية وتزداد التيارات وتسخن ملفات العضو الدوار والساكن مما يؤدى الى تقليص مدة عملها ؛ وعند رفع الفلطية لمدة طويلة الى ١٠٪ تقلص بحددة مدة استخدام مصباح التوهج الكهربائى (الى ثلاث مرات تقريبا) . وقد تصبح تقلبات

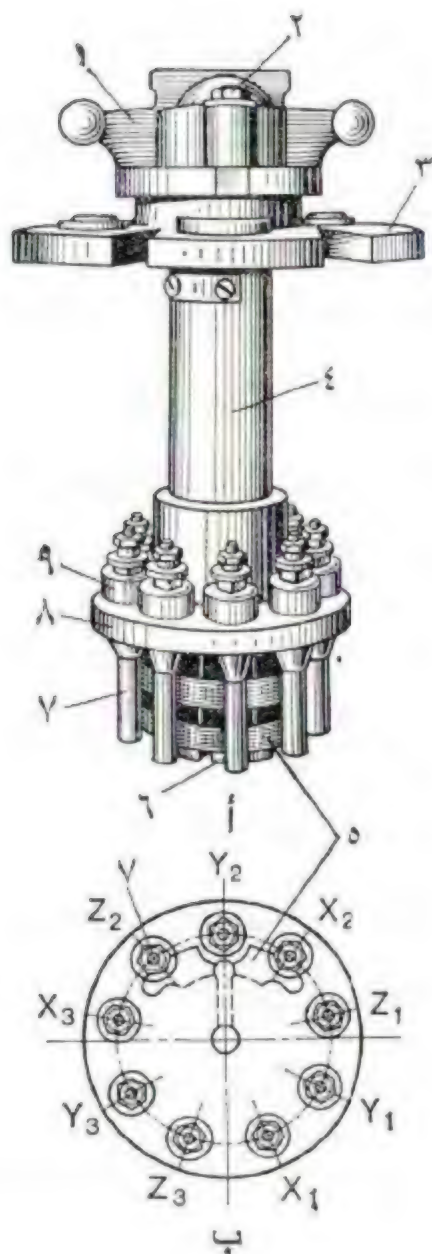
الفلطية المفاجئة سببا لتعطل بعض انواع المعدات وخروجها من حيز العمل .

ان تقلبات الفلطية فى الشبكة الكهربائية المغذية لامفر منها نتيجة لتغيرات انظمة الحمل واسباب اخرى هى الباعثة على ضرورة ضبط فلطية الطاقة الكهربائية فى مكان استهلاكها . ويتم تحقيق ضبط كهذا بواسطة مبدلات خاصة تركيب فى المحولات . وقد يكون الضبط يدويا او أوتوماتيا . وتدعى طريقة التبديل باليدوية عندما يجرى تحقيق تبديل اطراف السحب للملف (درجات الضبط) باليد بواسطة تغيير وضع الملامسات بمساعدة آلية تشغيل المبدل . ويقام بالضبط الاوتوماتى بواسطة جهاز خاص معقد وبدون الاشتراك المباشر لعامل التشغيل .

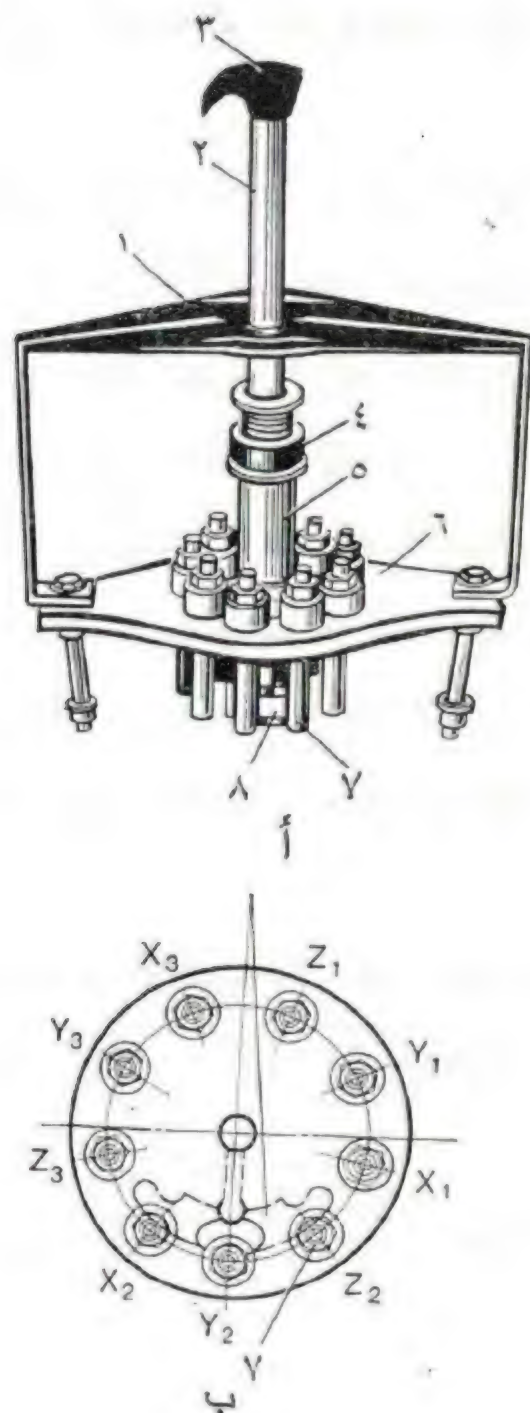
ان المبدل ، حسب التصميم والمهمة الادائية ، هو عبارة عن جهاز تحويل مكون من نظام ملامسات وآلية تشغيل وآلية حركة ميكانيكية ومختلف الاجهزة التى تؤمن عمله الطبيعى . وتستخدم فى المحولات العصرية مبدلات بدون اثاره وبضبط تحت الحمل .

اجهزة التبديل بدون اثاره . ان الغالبية العظمى من محولات القوى مزودة بجهاز التبديل بدون اثاره . وتوجد تصاميم مختلفة للمبدلات بدون اثاره المتميزة بترتيبها وجهاز الملامسات وآليات الحركة والقطع الاخرى ولكن العنصر الاساسى لكل منها هو نظام الملامسات المتحركة والثابتة ويتم اختيار مخطط انظمة الملامسات للمبدل تبعا لنظام التفريعات لملف المحول . وعند ضرورة ضبط الفلطية فى محولات القوى الزيتية ذات





الشكل ٤٢ . تركيبة المبدل  
ثلاثي الاطوار (أ) ومخطط  
عمل ملامساته (ب)



الشكل ٤١ . تركيبة المبدل ثلاثي  
الاطوار (أ) ومخطط عمل ملامساته  
(ب) . الملامسات مرموزة لها  
بالحروف اللاتينية

الاستخدام العام المزودة باجهزة التبديل بدون اثاره يجرى تغيير عدد  
اللفات المشغلة بمبدلات التفريعات الواقعة داخل الخزان .  
ويكون المبدل مزودا بنظام ملامسات متحركة وثابتة :  
واللامسات المتحركة مثبتة على محور ، يكون طرفه العلوى مسحوبا

الى خارج حدود غطاء خزان المحول ومزودا بآلية تشغيل ؛ وتكون  
تفرعات الملف موصولة بالملامسات الثابتة . وعند تدوير آلية  
التشغيل فى الاتجاه المطلوب وبزاوية محددة تقوم الملامسات  
المتحركة المثبتة على محورها بالدخول فى تلامس مع الملامسات  
الثابتة محققة بذلك التوصيل اللازم للكات الملف .

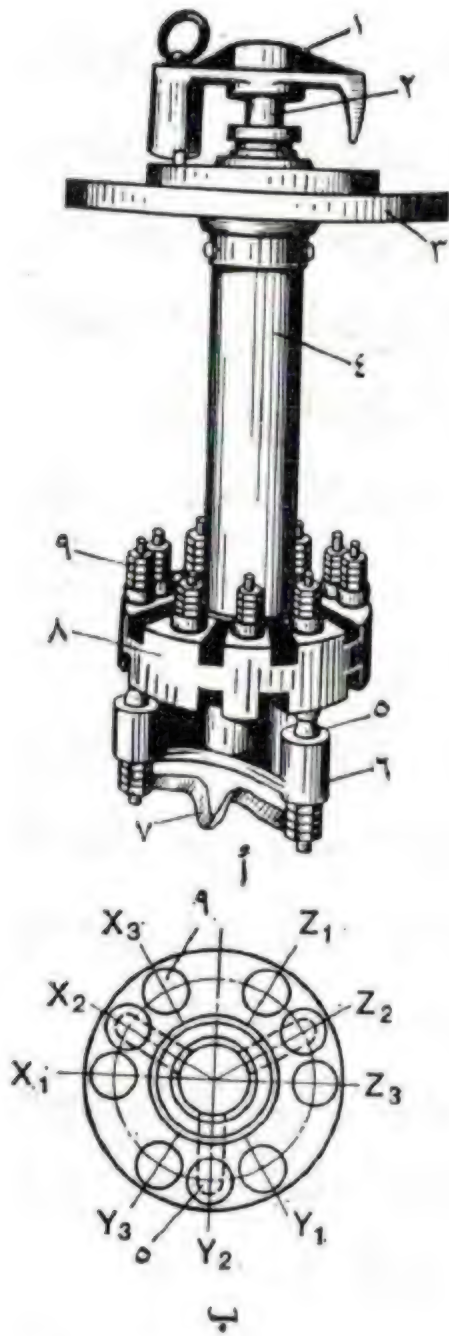
وتكون غالبية محولات القوى ثلاثية الاطوار الواقعة تحت  
التشغيل مزودة بالمبدلات التى تستعرض تركيبها ادناه باختصار .

يستخدم المبدل الظاهر فى الشكل ٤١ ، أ و ب فى محولات  
القوى ثلاثية الاطوار ذات الاستطاعة البالغة ١٠٠ كيلوفلط أمبير  
وبفلطية ٦ كيلوفلط باتجاه الفلطية العالية ، والتى تكون بلاخزانات  
تمدد الزيت . ويتكون المبدل من مظلة واقية ١ ، ومحور من  
الصلب ٢ مع مقبض مثبت عليه ٣ وقارئة وصل ٤ ، وانبوبة من  
الورق والباكيليت ٥ ولوح من الجيتيناكس ٦ مكبوسة فيه تسع  
جلبات من الورق والباكيليت بمسافات متساوية بين الواحدة  
والاخرى مركبة بداخلها قضبان التلامس ٧ من النحاس الاصفر .  
ويكون المحور من الصلب موصولا بعمود الاكواع (الكرنك) الحامل  
لملامسين حدييين متحركين ٨ . ويثبت المبدل ببراغى زوايا مركبة  
على عوارض النير العلوية للجزء الفعال للمحول واما محوره فهو  
مسحوب الى الخارج خلال ثقب فى غطاء الخزان .

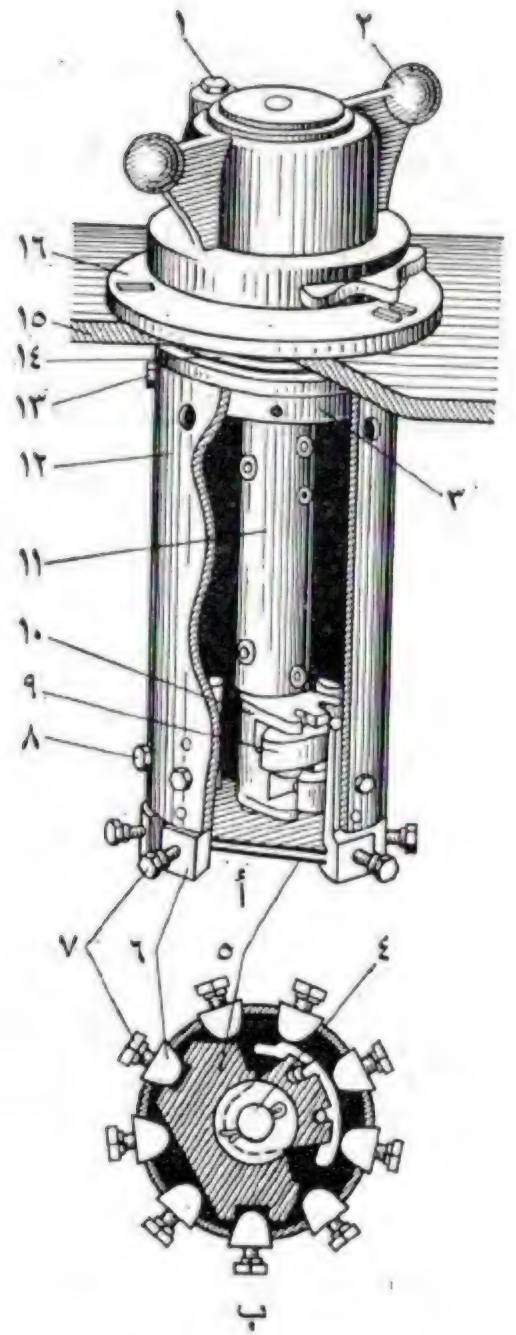
ويجرى التبديل على النحو التالى : يضغط على المقبض رأسيا  
الى الاسفل حتى النهاية وحتى تحرير حركة العمود ويقام بتدويره الى  
زاوية ما ومن ثم يكف عن الضغط ويستمر فى تدوير المحور  
وهكذا تدار الملامسات بالمقبض الى ان يتم ادخالها فى وضع  
التشغيل اللازم .



وهذه المبدلات بسيطة فى تصميمها وخدمتها واصلاحها .  
ويستخدم المبدل الظاهر فى الشكل ٤٢ ، أ ، ب فى  
محولات القوى ذات الاستطاعة ٢٥٠ - ١٠٠٠ كيلوفلط أمبير  
بفلطية ١٠ كيلوفلط . ونظام التلامس الخاص به شبيه من ناحية  
التصميم بالمبدل الظاهر فى (الشكل ٤١) . ويتكون المبدل من  
قرص من الجيتينا كس ٨ ، مثبتة فيه جلبات من الورق والباكيليت  
٩ مكبوسة فيها قضبان التلامس ٧ من النحاس الاصفر .  
ويتحقق التحكم فى المبدل بواسطة الرأس ١ الموصول بالمحور  
والمثبت عليه بدوره عمود الكرنك ٦ مع ملامسين حديبيين ٥ .  
والاسطوانة من الورق والباكيليت ٤ موصولة باحد طرفيها مع القرص  
من الجيتينا كس وبالأخر مع الغطاء . ويتحدد الموضع الصحيح  
للملامسات الحديبية ٥ بوضع المؤشر على الرأس بالنسبة للارقام  
الرومانية I و II و III وبتطابق الثقوب لبرغيبى الايقاف ٢ فى  
الرأس وغطاء المسيكة ٣ . ويثبت المبدل على غطاء المحول .  
ويستخدم المبدل الظاهر فى الشكل ٤٣ فى محولات بفلطية  
٦ و ١٠ كيلوفلط ذات المجال الواسع للاستطاعات . ويوجد له  
بعض الشبه التصميمى بالمبدلات التى استعرضت آنفا وتختلف عنها  
فى الاساس بتركيبه وموقع الملامسات فى الاسطوانة من الورق  
والباكيليت . ويتكون المبدل من محور من الصلب مع الرأس ،  
واسطوانة من الباكيليت مع الملامسات الثابتة المثبتة عليها . ويكون  
المحور من الصلب ٤ لآلية التشغيل ، المار خلال الشفة ١٦  
مرتبطا من الاعلى بالرأس ٢ لآلية التشغيل ، ومن الاسفل بالانبوبة  
١١ من الورق والباكيليت . ويكون عمود الكرنك ١٠ مثبتا مع  
حديبات التلامس ٩ من النحاس الاصفر فى الطرف السفلى للانبوبة .



الشكل ٤٤ . تركيبة المبدل ثلاثي الاطوار (أ) ومخطط عمل ملامساته (ب) : ١ - مقبض ، ٢ - محور ، ٣ - غطاء المبدل ، ٤ - انبوبة من الورق والباكيليت ، ٥ و ٩ - الملامسات المتحركة والثابتة ، ٦ - حامل ، ٧ - شريط من النحاس ، ٨ - قرص



الشكل ٤٣ . تركيبة المبدل ثلاثي الاطوار (أ) ومخطط عمل ملامساته (ب) : ١ - برغي ايقاف ، ٢ و ٤ - الرأس ومحور آلية التشغيل ، ٣ - شفة الاسطوانة من الحديد الزهر ، ٥ - شريحة من الجيتيناكس مثبتة للمركز ، ٦ - ملامس ثابت ، ٧ و ٩ - حذبة وبرغي تلامسيان ، ٨ و ١٣ - براغي تثبيت الاسطوانة ، ١٠ - عمود الكرنك ، ١١ و ١٢ - انبوبة واسطوانة من الورق والباكيليت ، ١٤ - حشوة راصة من المطاط ، ١٥ - غطاء المحول ، ١٦ - شفة الرأس



والطرف السفلى لعمود الكرنك ممرکز فی الشریحة ۵ من الجیتینا کس .  
ویکون عمود الكرنك مع الحدبات التلامسية ۹ مغطى من الخارج  
بالاسطوانة من الورق والباکیلیت ۱۲ ، المثبتة بالبراغی ۱۳ علی  
الشفة ۳ من الحديد الزهر .

وتقع علی الطرف السفلى للاسطوانة وعلى مسافات متساوية بین بعضها  
البعض تسعة ملامسات ثابتة ۶ من النحاس الاصفر . وتوصل من  
الخارج بكل ملامس ثابت التفريعات المناسبة للملفات واما من  
الداخل فتتزلق علیها الحدبات التلامسية مغلقة فی كل وضع  
تشغیلی دوائر لثلاثة ملامسات ثابتة . ولنقل الملامسات المتحركة  
للمبدال من وضع تشغیلی الى آخر یلزم اخراج برغی الايقاف ۷  
وتدویر رأس آلية التشغيل الى ۱۲۰° .

ویثبت المبدال علی غطاء خزان المحول وفي هذه الحالة يقع  
الجزء التلامسی باکمله تحت الغطاء واما طرف المحور مع الرأس  
فیبرز فوق غطاء الخزان .

ان المبدال الظاهر فی الشكل ۴۳ قد اثبت علی انه جید فی  
التشغیل حیث ان ملامساته العاملة محسوبة علی تيارات مقدرة تبلغ  
۱۲۰ أمبیر وتتحمل التبدیلات المتكررة بدون الاخلال بعملية  
التنظیم .

ویستخدم المبدال الظاهر فی الشكل ۴۴ ، أ فی العديد من  
المحولات ذات الاستطاعة البالغة ۱۰۰۰ کیلوولط أمبیر وبفلطية  
۳۵ کیلوولط . ویوجد لهذا المبدال تصمیم ملامسات بسیط ولكنه  
مأمون فی العمل لدرجة كافية ویرى مخطط عمل هذه الملامسات  
فی الشكل ۴۴ ، ب . ان المبدال مبنی علی هذا النحو : يمر فی  
غطاء المبدال ۳ المحور ۲ من الصلب ، المثبت علی طرفه العلوی

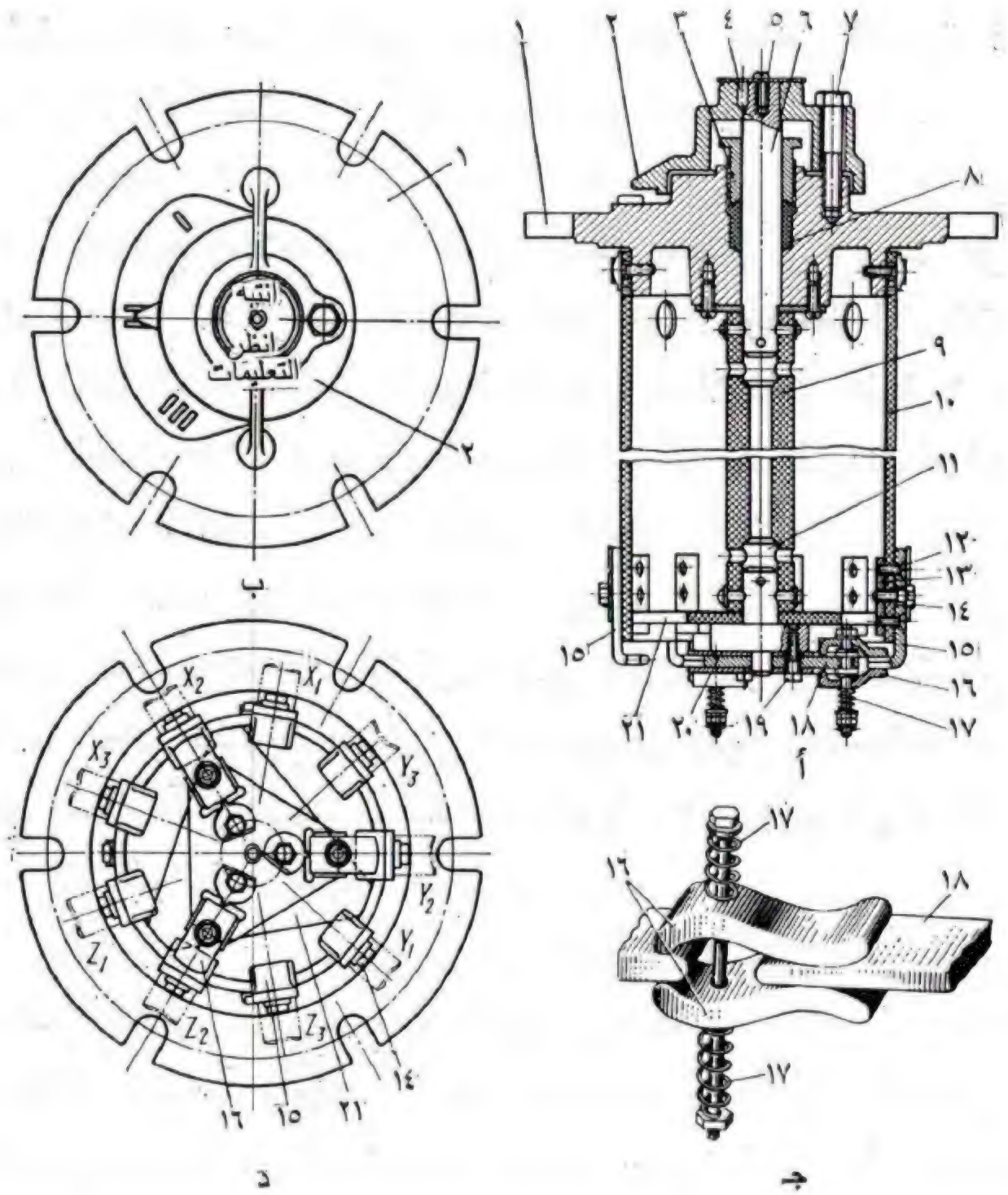
المقبض ١ المستعمل للتبديل . ويمر المحور بداخل الانبوبة ٤ من الورق والباكيليت ، ويكون مربوطا مع الحامل الدوار ٦ . وتوجد ثلاثة ملامسات متحركة ٥ مثبتة في الحامل وتتنقل معه . وتستطيع الملامسات ان تتنقل كذلك بمقدار ٣ - ٤ مم على طول محورها تحت تأثير الزنبركات الحلزونية ؛ وتضغط الزنبركات الملامسات المتحركة نحو الاطراف السفلية للملامسات الثابتة ٩ . وتمر الاخيرة خلال ثقب في القرص البلاستيكي ٨ الذي ثبت فيه الملامسات الثابتة . وتوصل بالجزء العلوى لكل ملامس ثابت (وعدها تسعة) تفريعات الملفات . وتقوم الزنبركات من الاسفل بضغط الملامسات المتحركة اليها والتي تكون بدورها موصولة مع بعضها البعض بالشريط النحاسى ٧ . ويجرى تبديل الملامسات الى وضع تشغيلى آخر بتدوير المقبض الى زاوية ٣٠° . ويتم تثبيت كل وضع للمبدل بواسطة مثبت خاص .

وقد حصل المبدل الظاهر فى الشكل ٤٥ على انتشار واسع كمنظم للفلطية فى محولات القوى باستطاعة ١٨٠٠ - ٥٦٠٠ كيلوفلط أمبير . وبفضل وجود ملامسات من الطراز الشريطى («السكينى») بدلا من الملامسات الحديدية يعمل هذا المبدل بثبات اكثر . واللامس من الطراز الشريطى هو عبارة عن شريحتين (شريطين) من النحاس مشنيتين بالتشكيل قطاعيا ومضغوطتين بالزنبركات على شريحة التلامس باحكام .

وتنتج المبدلات للعمل على فلطيات المحولات ١٠ كيلوفلط (الشكل ٤٣) و ٣٥ كيلوفلط (الشكلان ٤٤ و ٤٥) .

ويستخدم المبدل الظاهر فى الشكل ٤٥ ، أ - د للتحكم فى فلطية المحولات من الحجم الثالث وللملفات ذات التحكم ثلاثى





الشكل ٤٥ . مبدل ثلاثي الاطوار :

أ - مقطع ، ب - منظر من الاعلى ، ج - تركيبة الملامس ، د - مخطط عمل الملامسات

المراحل وبتفريعات قرب المحايد . ويتكون المبدل من عمود المحور ٦ من الصلب محكم الثبيت بالمسيكة ٨ والصمولة ٣ ، والمار خلال الغطاء المعدني المسيكي ١ والذي يثبت بواسطة المبدل

على غطاء المحول . ويكون الرأس ٢ مع المقابض والمؤشر الذى يدل على رقم مرحلة التحكم راكبا على الفرزات فى الجزء الطرفى للعمود ومثبتا بمسمار الوصلة ٤ .

وتوجد فى الجزء العلوى للرأس وردة مستديرة بكتابة تحذير «انتبه ! انظر التعليمات» مثبتة بالبرغى ٥ وكذلك البرغى ٧ الذى يثبت المرحلة التشغيلية للفلاطية . وعندما يكون البرغى مشدودا يجب ان يدل مؤشر الرأس على احدى المراحل المعلمة على الغطاء بالارقام الرومانية I و II و III . ويكون الطرف السفلى للعمود من الصلب موصولا بثبات محكم مع العمود العازل ٩ المجهز من انبوبة من الورق والباكيليت السميك والتي تستخدم لعزل الملامسات المتحركة كهربائيا عن غطاء المبدل ولنقل حركة الدوران من العمود العلوى الناقل للحركة الى العمود السفلى ١١ ومن ثم الى الملامسات المتحركة . وتكون شريحة التلامس ١٨ والمقاود ٢٠ مثبتة باحكام (بواسطة قطع ثانوية وبراغى ١٩) على الجزء الطرفى للعمود ١١ . وهناك ٣ ازواج من الملامسات المتحركة ١٦ من الطراز الشريطى مركبة على الشرائح ١٨ ومشدودة اليها بالزنبركات ١٧ . وتشكل الملامسات المتحركة وحدة متكاملة مع شريحة التلامس وهى تشكل وصلة على هيئة نجمة . وتقوم بتكوين نظام الملامسات الثابتة تسع شرائح من النحاس ١٥ موزعة بالتساوى على محيط الاسطوانة ١٠ من الورق والباكيليت ومثبتة عليها بالبراغى ١٢ والشرائح ١٣ .

واما الاسطوانة ١٠ من الورق والباكيليت والمثبتة على الغطاء ١ بالبراغى فهى عبارة عن عنصر حامل وعازل كهربائى فى آن واحد للملامسات الثابتة . وتستخدم اللوحة ٢١ من الجيتيناكس كقاعدة للمبدل وقطعة لمركزة عمود ناقل الحركة . وتوصل تفرعات التحكم



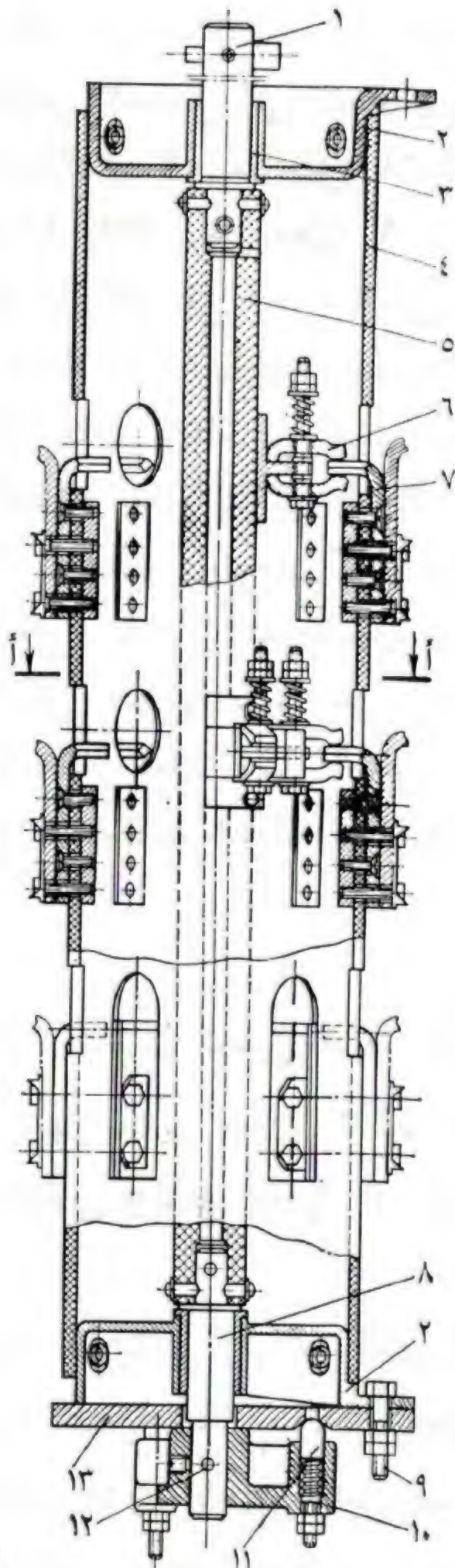
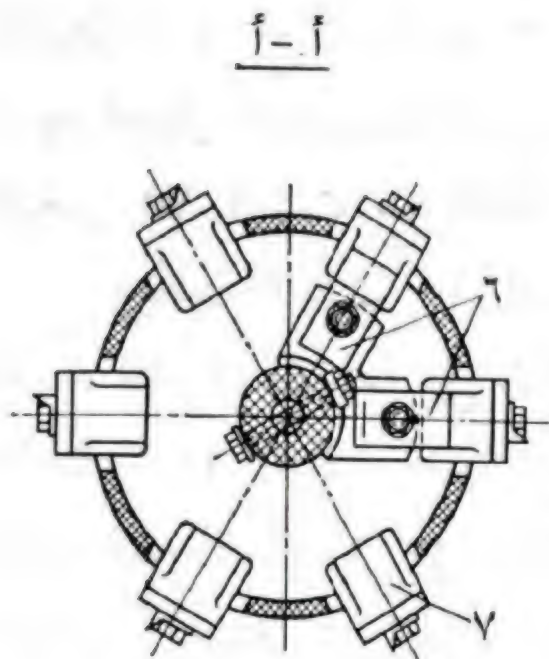
للملفات بالملامسات الثابتة بالبراغى ١٤ حسب الرموز الظاهرة  
فى الشكل ٤٥ ، د .

ويجرى التحكم فى الفلطية بواسطة المبدل على النحو التالى :  
يفصل المحول كليا عن الشبكات ويفك البرغى ٧ من الرأس ومن ثم  
وبادارة مقبض آلية الحركة فى الاتجاه اللازم يقام بوضع نظام  
التلامس فى الوضع المطلوب الذى يشير اليه مؤشر الرأس وبعد ذلك  
يشد البرغى فى الثقب المقلوظ وبعد التأكد من صحة عمليات التبديل  
المنفذة يوصل المحول بالفلطية والحمل .

والمبدل الظاهر فى الشكل ٤٦ ينتج ببضعة تصاميم مختلفة .  
وتبعا لكمية التفريعات وقوة التيار وصنف الفلطية توجد للمبدلات  
تسميات نمطية تعنى عدد التفريعات التى يمكن توصيلها بالمبدل ،  
والتيار المقدر الذى تحسب عليه ملامسات المبدل ، والفلطية المقدرة  
التي يحسب عليها عازل المبدل .

وتوجد التركيبة التالية لهذا المبدل الظاهر فى الشكل ٤٦  
والعامل على فلطية قدرها ١٠ كيلوفلط . تكون الملامسات الثابتة ٧  
( ستة لكل طور ) مثبتة على ثلاثة مستويات بداخل الاسطوانة ٤ من  
الورق والبأكيليت . ويمر بداخل الاسطوانة عمود عازل هو عبارة عن  
الانبوبة ٥ من الورق والبأكيليت والحاملة للملامسات المتحركة ٦ التى  
تغلق الدائرة فى آن واحد مع زوج واحد من الملامسات الثابتة فى  
كل طور (على كل مستوى) . وتكون اطراف السحب التحكمية  
للملف موصولة بالملامسات الثابتة من خارج الاسطوانة . وتشاهد  
تركيبة الملامسات المتحركة فى الشكل ٤٦ .

ان الطرف العلوى للانبوبة من الورق والبأكيليت موصول مع  
العمود الاساسى ١ من الصلب واما الطرف السفلى فموصول مع العمود



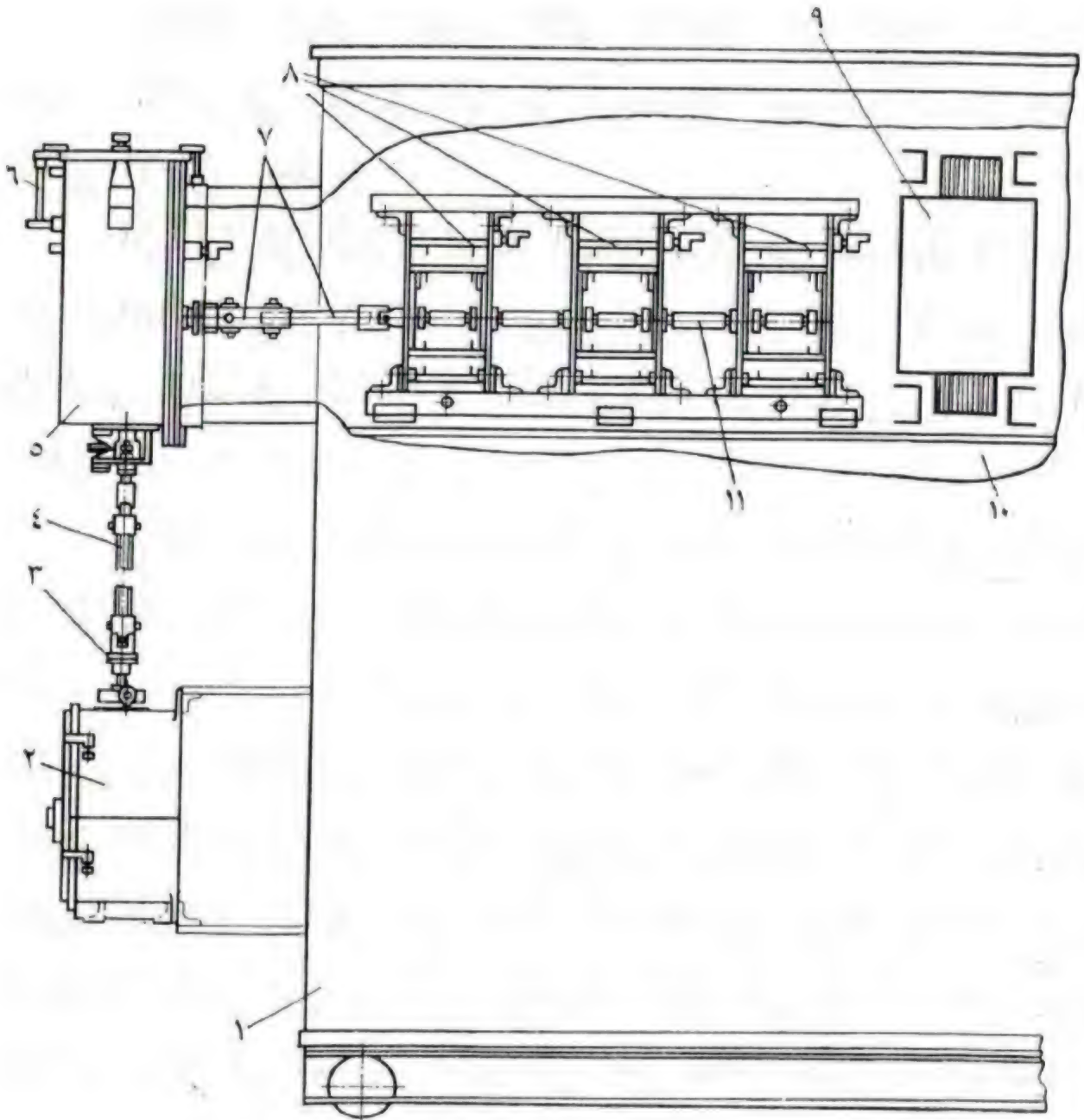
الشكل ٤٦. مبدل ثلاثي الاطوار



الثانوى ٨ من الصلب . وتوجد شفاه معدنية ٢ مثبتة على اطراف الاسطوانة ٤ مع الجلبات ٣ لكراسى التحميل التى تسند وتمركز عمود الجهاز المبدل. وعدا عن ذلك هناك فى الجزء السفلى للاسطوانة القرص ١٣ المثبت مع الشفة السفلية بثلاثة براغى مطولة ٩ . ويكون المثبت ١٠ المشدود باحكام على الجزء السفلى من العمود الثانوى مصنوعا على شكل نجمة ثلاثية النهايات وبقمم تكون الاصابع ١١ المركبة عليها مع الزنبركات داخلية فى ثقب القرص ومثبتة لمرحلة التبديل على هذا النحو . ويقام بتركيب المبدل على حوامل مشدودة الى الجزء الفعال للمحول . وتوجد لهذا الغرض ثلاثة ثقب فى الشفة العلوية والبراغى ٩ فى الشفة السفلية . ان اجهزة التبديل كالظاهرة فى الشكل ٤٦ والمقدرة على تيارات وفلطيات كبيرة تتميز بقياسات الاسطوانة العازلة وطول الانبوبة من الورق والباكيليت والنظام المزدوج للملامسات العاملة على تيارات تبلغ ٤٠٠ أمبير .

اجهزة التبديل تحت الحمل . يجرى تحقيق ضبط فلطية المحولات تحت الحمل بواسطة اجهزة تبديل معقدة تتكون من آلية نقل الحركة وجهاز تلامس انتقائى ومفاعل تحديد او مقاوم متغير محدد للتيار .

وعند الاخذ بعين الاعتبار ثبات الفلطية فى الشبكات الكهربائية المغذية وبالتالي اللزوم النادر لثبات الفلطية الصارم وكذلك التعقيد النسبى للاجهزة فان معظم المحولات مزودة باجهزة تبديل بسيطة فى التصميم وامينة لدرجة كافية كالتى جرى استعراضها سابقا .



الشكل ٤٧. توزيع اجزاء جهاز التبديل بداخل المحول وعلى خزانه:  
 ١ - خزان المحول ، ٢ - صندوق مع آلية نقل الحركة ، ٣ - قارنة وصل العمود  
 الرأسى ، ٤ - العمود الرأسى ، ٥ - خزان جهاز التلامس ، ٦ - مؤشر مستوى  
 الزيت فى خزان جهاز التلامس ، ٧ - اعمدة المحاور الافقية لآلية نقل الحركة ،  
 ٨ - اجهزة انتقاء لتفريعات الاطوار A, B, C ، ٩ - مفاعل ، ١٠ - عارضة  
 النير ، ١١ - انبوبة من الورق و الباكليت

ولذا يورد ادناه وصف مختصر فقط للعناصر الداخلة فى  
 اجهزة الضبط تحت الحمل ولطرق وضعها فى المحولات .  
 ويوجد تصميمان لاجهزة الضبط تحت الحمل : بمفاعل  
 محدد للتيار وبمقاومات متغيرة فعالة محددة للتيار .



ويتكون جهاز التبديل ثلاثى الاطوار ذو المفاعل المحدد للتيار الظاهر فى الشكل ٤٧ من آلية نقل الحركة وملامس ومنتقى ثلاثى الاطوار ومفاعل .

ان آلية نقل الحركة لجهاز التبديل مركبة فى الصندوق ٢ المثبت على حائط الخزان ١ للمحول وموصولة بواسطة العمود ٤ مع جهاز التلامس الواقع فى الخزان ٥ المملوء بالزيت الذى يتم التحكم فى مستواه بواسطة المؤشر ٦ .

ويكون جهاز التلامس موصولا مع جهاز الانتقاء ثلاثى الاطوار ٨ لتفريعات الاطوار A, B, C والمكون من ثلاثة اجهزة انتقاء احادية الطور مفصلة بواسطة انابيب من الورق والبأكيليت ١١ . ويجرى تشغيل جهاز التلامس والمنتقى فى آن واحد بآلية نقل الحركة التى يجوز تشغيلها باليد او بمحرك كهربائى موجود فى الآلية . وتجرى الدورة الكاملة للتبديل من مرحلة الى اخرى بدورة واحدة لعمود المحور الرأسى الرئيسى ٤ . وتحتوى آلية نقل الحركة على جهاز تحكم زرارى فى المحرك الكهربائى وعلى نظام تحذير وعداد لقياس كمية التبديلات . وتزود آليات نقل الحركة عادة بجهاز التحكم عن بعد (ريموت كونترول) .

وتزود اجهزة الانتقاء بملامسات يجرى عملها بدون انقطاع فى شبكة التيار ولذا فانها لا تتشيط .

ولا يسبب عمل الملامسات هذا نشوء القوس الكهربائى القادر على تفسيح الزيت بل يسمح بتركيب جهاز الانتقاء على عارضة نير الموصل المغناطيسى بداخل المحول . ويكون جهاز التلامس مركبا فى خزان مستقل بداخله زيت لا يتصل مع الزيت المغمور فيه الجزء الفعال للمحول . ويعود سبب تركيب جهاز التلامس فى هذا

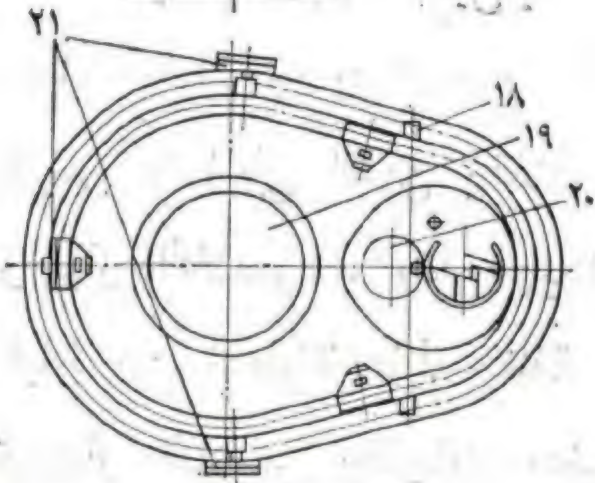
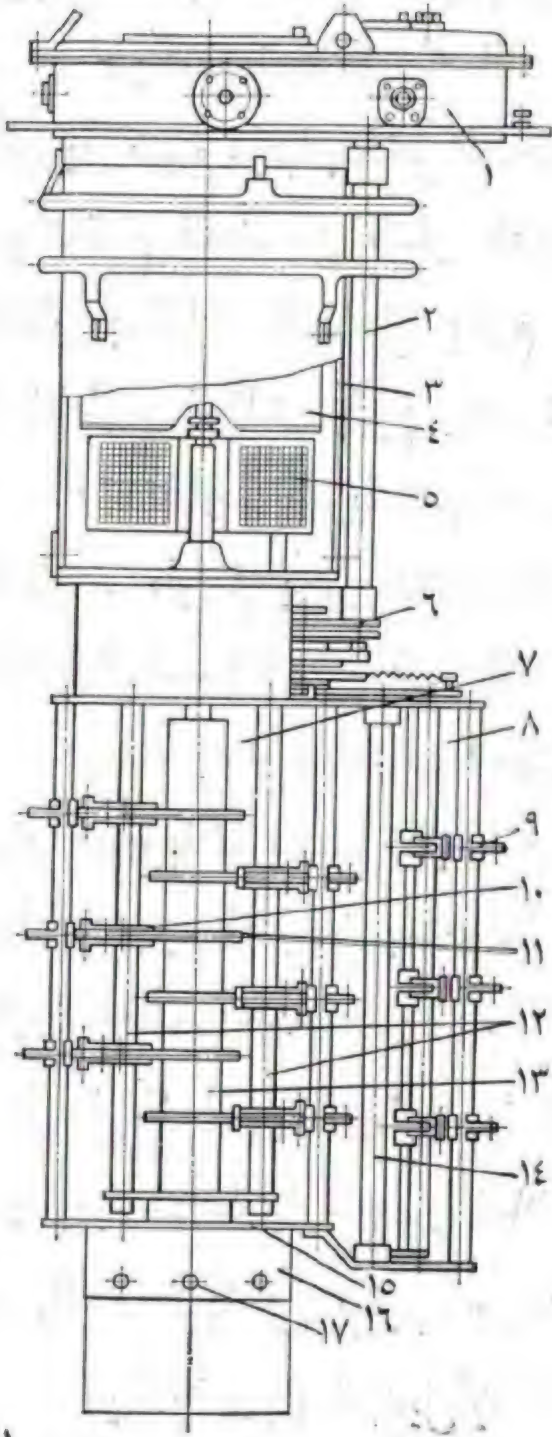
الوضع الى ان عمل ملاسماته مرتبط بالانقطاع فى الشبكة الكهربائية ،  
ويرافقه نشوء القوس الكهربائى الذى يفسخ ويوسخ الزيت .  
ويكون المفاعل ٩ الذى هو عبارة عن وشيعة ذات مقاومة  
تأثيرية كبيرة مركبا بداخل المحول على عارضة نير الموصل المغناطيسى  
ويستخدم للحد من التيار الدوار المار بملفاته . وعندما يمر التيار  
الدوار بملفات المفاعل يقوم باثارة التيار المغناطيسى فى موصله  
المغناطيسى والذى يقوم بعد تشكيله لقوة دافعة كهربائية مضادة  
باحداث مقاومة تأثيرية للشبكة وبهذا بالذات يقوم بالحد من التيار  
الدوار . ولو لم يكن هناك مفاعل لحدثت دائرة مغلقة ولكن تيار  
الدائرة المقصورة الناشئ فى هذه الدائرة مسببا لاحتراق لفات المرحلة .  
وتنشأ عند استعمال اجهزة التبديل ذات المفاعلات المحددة  
للتيار صعوبات بسبب تركيبها فى مكان ضيق داخل خزان المحول .  
ولهذا السبب اصبحوا يستعملون اجهزة تبديل سريعة العمل بمقاوم  
متغير فعال محدد للتيار . ان هذا الجهاز من الطراز الغاطس  
يحتل فراغا ليس كبيرا نسبيا فى خزان المحول وذلك لان وحداته  
التجميعية الاساسية - جهاز التلامس وجهاز الانتقال ثلاثى الاطوار -  
موصولة ببعضها فى تركيب موحد يقع رأسيا .

ويتكون جهاز التبديل (الشكل ٤٨) من شفة حاملة ١ مثبتة على  
غطاء الخزان وعمود المحور القائد ٢ المربوط بنظامى نقل الحركة  
الترسى والمالطى اللذين ينقلان الحركة الى اعمدة محاور المنتقى  
وجهاز التلامس ، ومن الهيكل ٣ لجهاز التلامس ٤ الذى هو  
عبارة عن اسطوانة عازلة مغلقة باحكام مبنية بداخلها آلية التبديل  
وجهاز التلامس ومقاومات متغيرة فعالة ٥ ، ومن الشفة العلوية ٦



الموضوعة فيها مجموعة نقل  
حركة من التروس ومن الطراز  
المالطى وهى تابعة لجهاز  
الانتقاء ٧ .

وجهاز الانتقاء هو  
عبارة عن قفص اسطوانى مكون  
من قدد من الجيتيناكس تكون  
مشبة عليها الملامسات النحاسية  
(الثابتة) ٩ . ولكل صف من  
اللامسات الثابتة ملامس متحرك  
واحد ١٠ . ويجرى تحريك



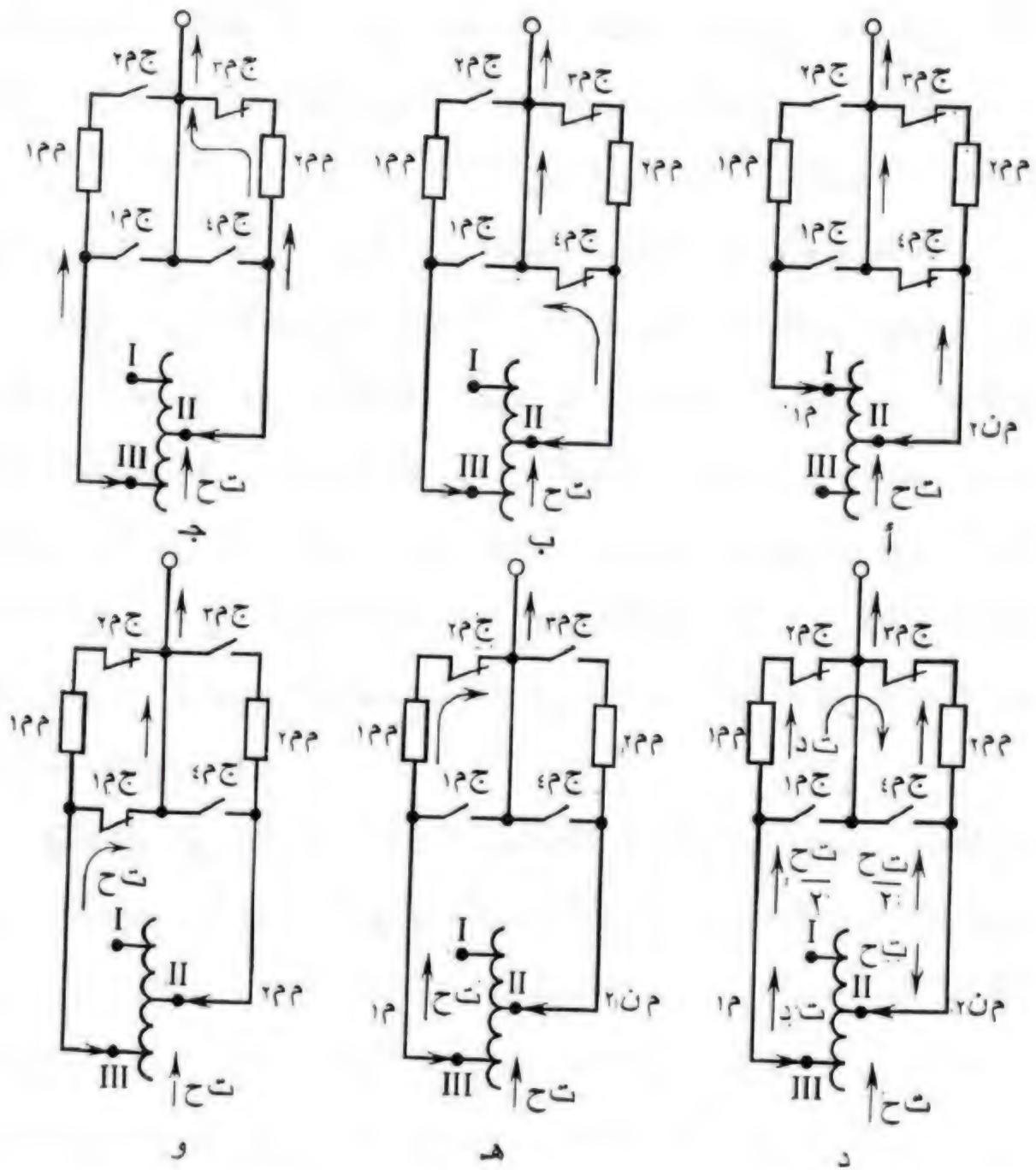
الشكل ٤٨ . جهاز تبديل بمقاوم  
متغير فعال محدد للتيار :

١ و ٦ و ١٥ - شفاء حاملة وعلوية  
وسفلية ، ٢ و ١٢ و ١٤ و ١٨ -  
اعمدة محاور : قائد وعازل  
وللتدوير وافقى ، ٣ - هيكل جهاز  
التلامس ، ٤ - جهاز التلامس ،  
٥ - مقاوم متغير فعال ، ٧ - جهاز  
انتقاء ، ٨ - جهاز انتقاء مسبق ،  
٩ و ١٠ - ملامسان ثابت ومتحرك ،  
١١ - قرص تلامسى ، ١٣ - انبوبة  
مركزية ، ١٦ - اسطوانة عازلة ،  
١٧ - صبلمة ، ١٩ - غطاء ،  
٢٠ - نافذة ، ٢١ - ماسورة متفرعة

الملامسات المتحركة من قبل عمودى محور مغزولين ١٢ وتنقل حول الانبوبة المركزية ١٣ ، ويسحب التيار عن الملامسات الى اقراص التلامس ١١ ومن الاخيرة الى جهاز التلامس . وتكون اطراف الشرائح العازلة مثبتة بين الشفة السفلية ١٥ والعلوية ٦ . وتقع على الاسطوانة العازلة ١٦ الصبالم ١٧ التى توصل بها اطراف السحب من النقاط الصفرية لملف المحول . وتكون الشفة الحاملة ١ قابلة للترك (مع الغطاء ١٩) . ويسمح عمود المحور الافقى ١٨ البارز من الشفة بتوصيل عمود محور آلية الحركة اليه من اية جهة للشفة . وتوجد النافذة ٢٠ فى غطاء الشفة وذلك للمؤشر الرقمى للاوضاع واما فى جدار الشفة فتوجد ثلاث ماسورات متفرعة ٢١ .

وتشاهد فى الشكل ٤٩ المخططات المبدئية لعمل وتعاقب تبديل ملامسات الجهاز السريع العمل للضبط تحت الحمل بمقاوم متغير محدد للتيار . وعند وضع التشغيل الطبيعى فى المرحلة الثانية II (الشكل ٤٩ ، أ) تكون اجهزة التلامس ج م ١ وج م ٢ مفصولة وج م ٣ وج م ٤ موصولة . وعند هذا الوضع المشار اليه لاجهزة التلامس تكون مقاومة المقاوم المتغير م م ٢ موصولة بالتوازي وتيار الحمل تح مارا خلال مفتاح الفصل م ف ٢ وجهاز التلامس ج م ٤ ومنه بالشبكة الى المحايد او الخط . وفى هذه الحالة يكون المنتقى م ١ للمراحل الفردية مفصولا عن التيار ويكون بانتظار الأوامر من آلية نقل الحركة لانتقاء المرحلة الاولى I او الثالثة III . واذا لزم الانتقال من المرحلة الثانية II الى المرحلة الثالثة III تدار آلية نقل الحركة باتجاه تضخم رقم المرحلة . وفى اللحظة الاولى لعمل آلية نقل الحركة ينتقل المنتقى م ١ الى المرحلة الثالثة III





الشكل ٤٩ . مخططات مبدئية العمل وتعاقب تبديل ملامسات جهاز الضبط تحت الحمل بمقاومات متغيرة فعالة :  
أ - و - دورة كاملة للتبديل من مرحلة الى اخرى

(الشكل ٤٩ ، ب) . ومن ثم يبدأ جهاز التلامس بالعمل : ينفصل ملامس ج م ٤ (الشكل ٤٩ ، ج) ويمر تيار الحمل عبر المقاوم المتغير م م ٢ . وبعد ذلك تتصل ملامسات ج م ٢ (الشكل ٤٩ ، د) ويتكون وضع «القنطرة» ، ويمر تيار الحمل عبر المقاومات المتغيرة م م ١ و م م ٢ . وعدا عن ذلك ينشأ في الدائرة التيار الدوار ت د .

ومن ثم ينفصل ملامس ج م ٣ (الشكل ٤٩ ، هـ) ويمر تيار الحمل عبر المقاوم المتغير م م ١ كذلك كما فى الشكل ٤٩ ، ج . وبعد ذلك تتصل ملامسات ج م ١ والمقاوم المتغير م م ١ يصبح موصولا على التوازي وتنتهى دورة التبديل هنا - والمحول يعمل فى المرحلة الثالثة III للفلطية (الشكل ٤٩ ، و) . واما ترتيب عمل المنتقى واجهزة التلامس عند التبديل الى المرحلة التالية فهو مماثل لما ذكر .

وتطول دورة التبديل فى المبدلات ذات المقاوم المتغير الفعال الى اجزاء مئوية من الثانية (اي عمليا فى لمح البصر) . وتوجد للاجهزة ذات المقاومات المتغيرة المحددة للتيار الفعالة بالمقارنة مع الاجهزة ذات المفاعلات المحددة للتيار عدة ميزات : التراص وسهولة التركيب نتيجة لاستبدال المفاعل الضخم بمقاومات متغيرة محددة للتيار غير كبيرة (بقياساتها) ؛ العمل المستمر للاجهزة (فى حالة انقطاع التغذية بالكهرباء للمحرك الكهربائى ذى التشغيل بالموتور يمكن تحقيق التحكم بآلية نقل حركة زبرىكى) . غير انه تكون الاجهزة ذات المقاومات المتغيرة الفعالة اكثر تعقيدا ، من الناحية التصميمية من اجهزة التبديل ذات المفاعلات . ولتأمين السرعة الكبرى فى الأداء يتطلب الامان والدقة فى الصنع وكذلك النوعية العالية للمواد والآليات المستعملة . ويتطلب تعاقب تبديل النظام التلامسى اثناء السرعات الكبرى منتهى الدقة فى الضبط والفحص بواسطة مرسمة التذبذبات .

## البند ٢١ . اطراف السحب والادخال

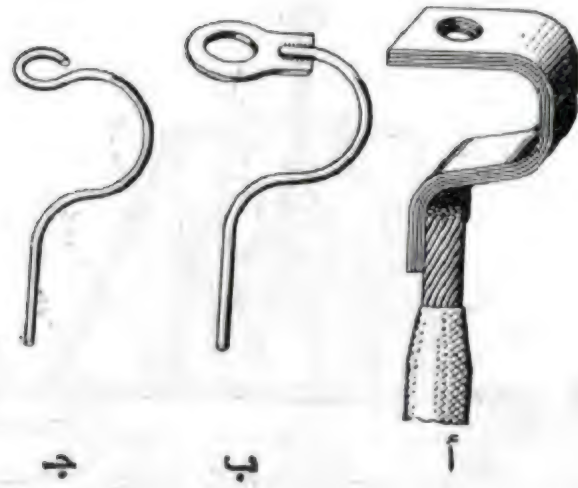
تدعى باطراف السحب الموصلات الكهربائية التى تستخدم لتوصيل ملفات المحولات مع اطراف الادخال والمبدلات . وتدعى



اطراف السحب المستعملة لتوصيل الملف مع اطراف الادخال بالخطية او الرئيسية واما التي توصل الملفات مع المبدلات فتدعى بالضابطة. وتستعمل اسياخ مستديرة المقطع وقضبان مستطيلة المقطع واسلاك متعددة العروق من النحاس والالومنيوم كموصلات تيار لاطراف السحب .

وقد تكون اطراف السحب بلا عازل او معزولة بورق كابلات او بانبوبة من الورق والباكيليت . وتستعمل موصلات التيار بلا عازل في المحولات ذات الاحجام من الاول الى الثالث I - III عند فلطية تبلغ ٦٩٠ فلت . واما المعزولة بالورق او بالورق والباكيليت فتستعمل عند فلطية تبلغ ٦ - ٣٥ كيلوفلت . ويستعمل السلك المعزول بالورق عادة عندما يكون قطر طرف السحب بالغاً ٥,٢ مم . وعندما يكون القطر اكبر يقام بانجاز طرف السحب اما بدون عازل قطعياً واما معزولاً بانبوبة من الورق والباكيليت . ان وجود العازل على اطراف السحب يسمح بتقليص فسحات العزل والتي من اهمها المسافات الواقعة من اطراف السحب الخطية وحتى اقرب جزء مؤرض ، ومن اطراف السحب الضابطة والمبدلات وحتى الاجزاء المؤرضة . وعند استعمال اطراف سحب غير معزولة في محولات تعمل على فلطيات ٦ - ٣٥ كيلوفلت من الضرورة المحافظة على مسافات عازلة كبيرة ، وبالعكس فعند استعمال اطراف سحب معزولة يمكن تقليص الفسحات العازلة الى حد كبير بين اطراف السحب وكذلك بين الاخيرة والاجزاء المؤرضة وعند العزل المكثف يمكن تقليصها الى ادنى الابعاد .

وتستعمل في المحولات ذات الاحجام I و II على الاغلب اطراف سحب من موصل تيار مستدير المقطع واما في ذات الحجم



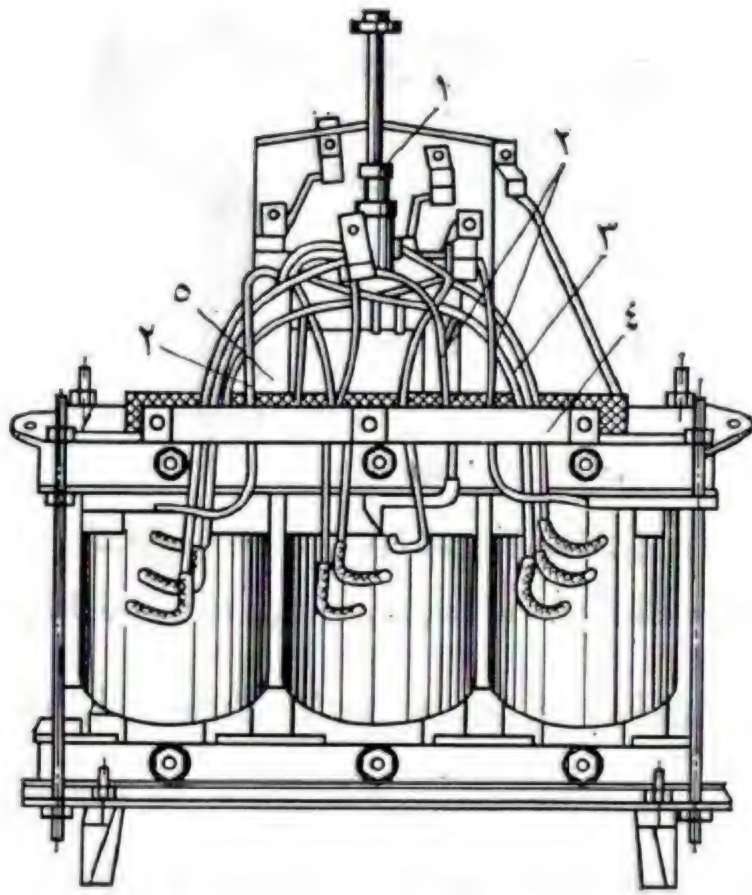
الشكل ٥٠ . معوضات (مهدئات) :  
أ - من شرائط نحاسية ، ب - برأس ، ج - من سلك طرف السحب

III فتستعمل قضبان حاملة للتيار مستطيلة المقطع من النحاس أو الالومنيوم . وكقاعدة تستعمل القضبان الحاملة للتيار لسحب الفلطة المنخفضة عن الملف . وبفضل المقطع المستطيل فإن سطح تبريد القضيب أكبر من سطح سلك مستدير مساو له في مساحة المقطع . وتوصل أطراف السحب من جهة مع الملفات باللحام القصديري ومن الجهة الأخرى بملامسات المبدل وصبالم أطراف ادخال المحول الممررة للتيار .

ولتوصيل أطراف السحب من سلك مستدير المقطع يقام مسبقا بثنى قطاع غير كبير منه على شكل انشودة مرنة تدعى بالمعوض أو بالمهدئ . وينجز المعوض من القضيب مستطيل المقطع والموصول إلى طرف ادخال المحول من شرائط نحاسية . ويستخدم المعوض (الشكل ٥٠ ، أ - ج) لتعويض انحرافات الخزانات في الارتفاع وأطراف السحب في الطول وكذلك لوقاية أطراف السحب من التشوه والانقطاعات عند نقل المحولات .

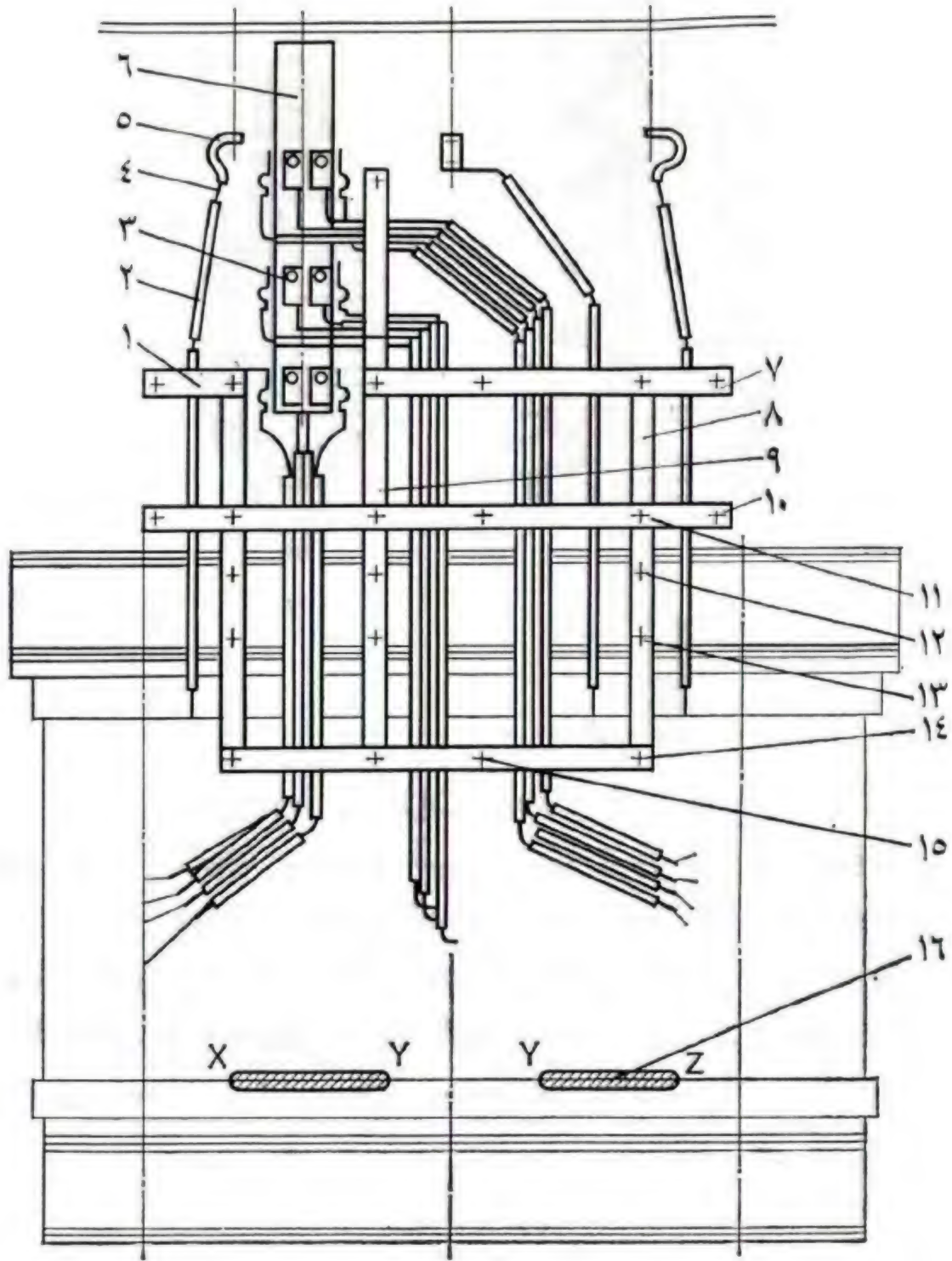
وتثبت أطراف السحب بشرائح من خشب الزان المثبتة على عوارض انيار الموصل المغناطيسي . ويشاهد في الشكلين ٥١ و ٥٢





الشكل ٥١ . تثبيت اطراف سحب ملف المحولات ذات الحجم I :  
 ١ - مبدل التفريعات، ٢ - اطراف السحب الذاهبة الى اطراف الادخال A, B, C،  
 ٣ - تفريعات ضبط للملفات، ٤ - شريحة من خشب الزان مثبتة لاطراف سحب  
 الفلظية العالية، ٥ - رزة (حاملة) من الصلب لتثبيت المبدل

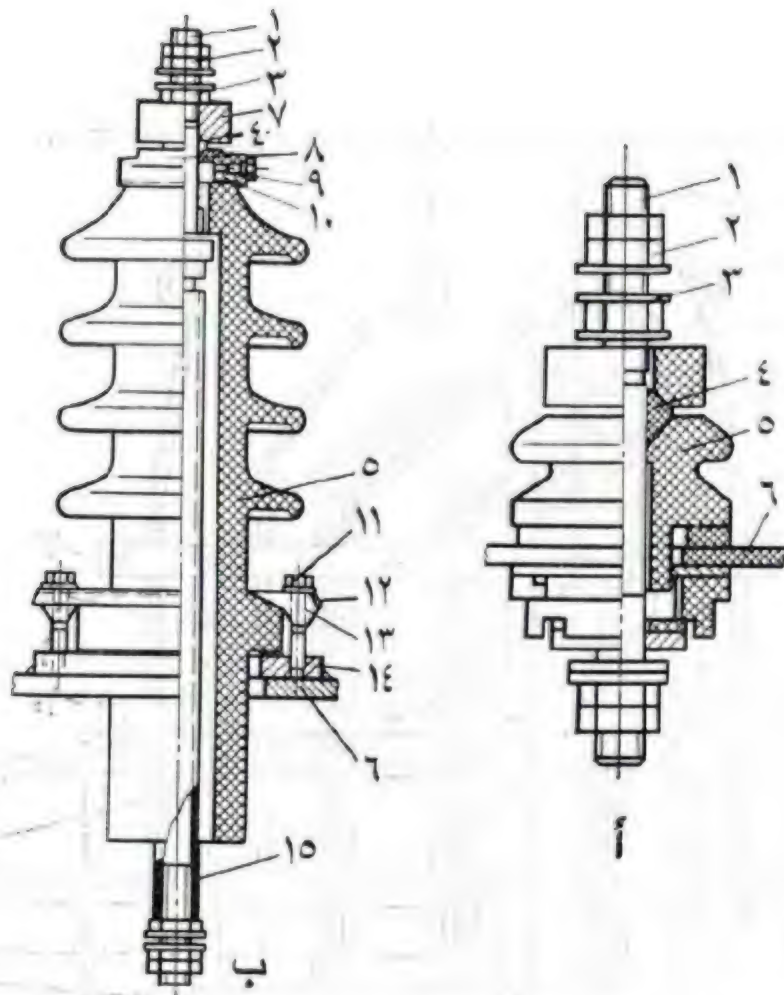
تثبيت اطراف سحب ملفات المحولات ذات الاحجام I و III .  
 ويتكون طرف الادخال من عنصر خزفي يمر بداخله قضيب  
 مستدير المقطع نافذ ممرر للتيار من النحاس (صبلمة) بقلوطة على  
 اطرافه تستخدم لتوصيل طرف سحب الملف بطرفه السفلى واما بطرفه  
 العلوى فتوصل اسلاك او قضبان الشبكة الكهربائية الخارجية .  
 وتعتمد مقاسات واشكال العناصر الخزفية لاطراف الادخال على  
 تخصيص المحول (للتركيب الداخلى او الخارجى) وعلى الفلظية:  
 فكلما كانت فلظية المحول عالية كلما كانت المقاسات اكبر  
 واضلاع العنصر الخزفى لطرف الادخال مكبرة اكثر . واما مقطع  
 الصبلمة الحاملة للتيار فيعتمد على قوة التيار .



الشكل ٥٢ . تثبيت اطراف سحب ملف المحولات ذات الحجم III :

١ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ - شرائح من خشب الزان ، ٢ - انبوبة من الورق والباكيليت ،  
 ٣ - معوض تفريعات الضبط ، ٤ - سلك ، ٥ - معوض اطراف سحب خطية ،  
 ٦ - مبدل التفريعات ، ١١ و ١٢ و ١٣ - وردات وصمولة وبرغى تثبيت من  
 الصلب ، ١٤ و ١٥ - صبالم من خشب الزان ، ١٦ - وصلة ما بين طورية





الشكل ٥٣ . اطراف ادخال قابلة للنزع :

أ - تعمل على ١ كيلوفلط و ٤٠٠ أمبير ، ب - تعمل على ٣٥ كيلوفلط و ٦٠٠ أمبير ؛ ١ و ٣ - صبلمة ووردة من النحاس ، ٢ و ٧ و ٨ - صمولة و جلبة ورأس من النحاس الاصفر ، ٤ و ١٠ - حلقة ووردة من المطاط ، ٥ - عازل خزفي ، ٦ - غطاء الخزان ، ٩ - برغى لاطلاق الهواء ، ١١ - برغى من الصلب ، ١٢ - شفة مكبوسة من الصلب ، ١٣ - حلبة ضاغطة من الالومنيوم ، ١٤ - شفة تركيب ملحومة على الفطاء ، ١٥ - انبوبة من الورق والبالكليت

وكانت تنشأ عند استبدال اطراف ادخال المحولات ذات التصميم القديم عدة صعوبات لأن هذه العملية كانت ممكنة فقط بعد رفع غطاء المحول . وتستعمل في المحولات العصرية اطراف ادخال قابلة للنزع وبمختلف التصميمات ، يشاهد منها في الشكل ٥٣ ، أ و ب اثنان يعملان على فلطيات ١ و ٣٥ كيلوفلط .

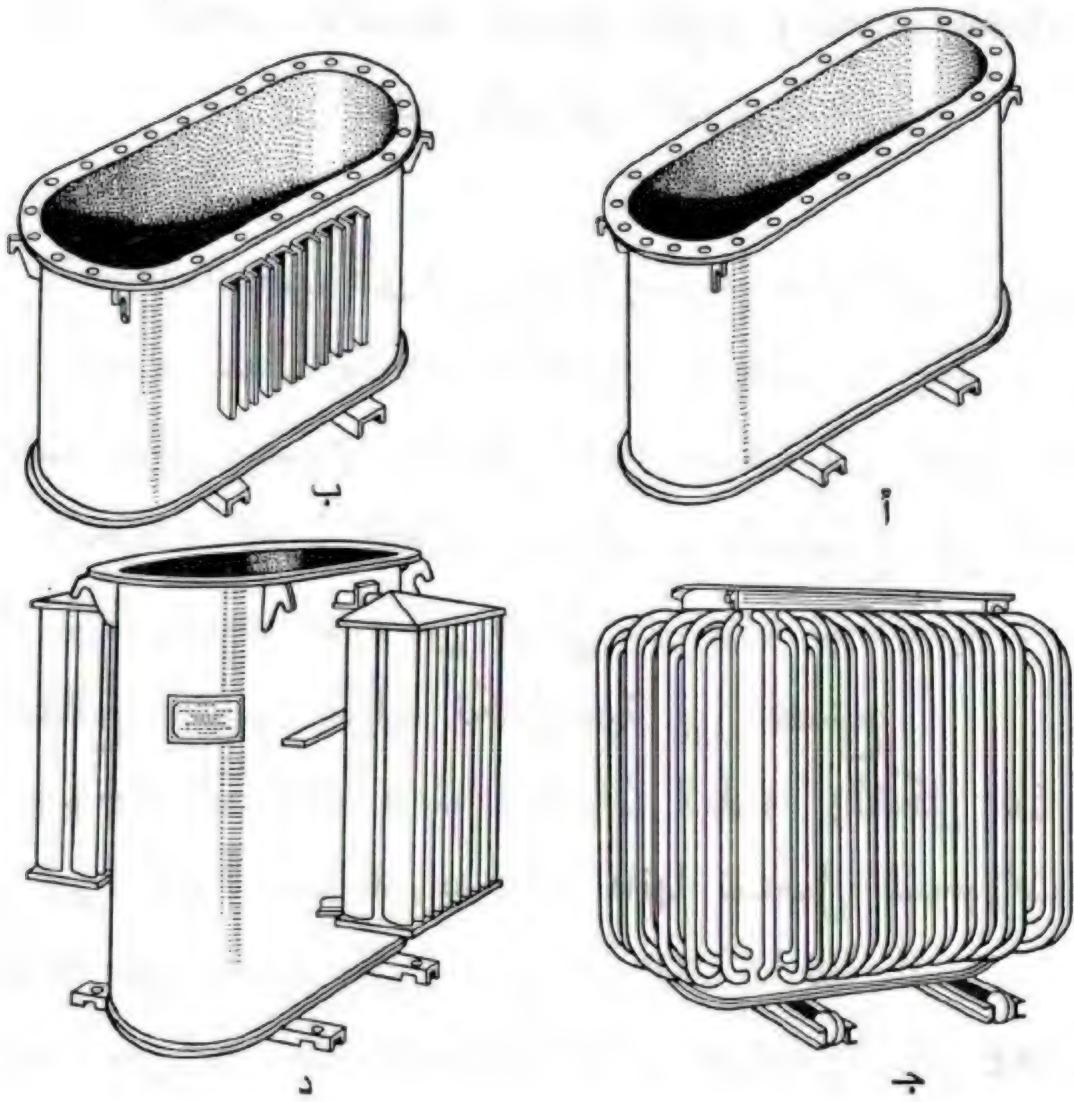
## البند ٢٢ . العناصر الأساسية لمحول القوى ( الخزان والغطاء وخزان التمدد والمرحل الغازى )

ان خزان المحول ذى التبريد بالزيت هو عبارة عن حوض يركب بداخله الجزء الفعال والقطع الاخرى للمحول . وكقاعدة يوجد للخزانات شكل بيضوى (الشكل ٥٤) مقرب الى أقصى حد من شكل (محيط) الجزء الفعال للمحول ، والموضوع فى الخزان . والخزان البيضوى هو عبارة عن هيكل ذى متانة ميكانيكية ، ملحوم من صفائح الصلب بقابلية تكنولوجية فى التصنيع .

ويوجد للخزانات ذات الجدران الملساء (الشكل ٤٥ ، أ) سطح غير كبير نسبيا للتبريد ولذا فانها تستعمل للمحولات ذات الاستطاعة غير الكبيرة (التي تصل الى ٦٣ كيلوواط أمبير) . وتكون خزانات المحولات ذات الاستطاعة الاكبر مضلعة (الشكل ٥٤ ، ب) او أنبوبية (الشكل ٤٥ ، ج) او مع رديتور (الشكل ٤٥ ، د) . وتقوم اضلاع وانابيب ورديتورات الخزانات بتكوين سطح اضافى لتبريد الزيت وعلى هذا النحو تقوم بتحسين ظروف عمل كل اجزاء المحول الواقعة فى الخزان . وتوجد الخزانات الانبوبية للمحولات ذات الاستطاعة من ٦٣ وحتى ١٦٠٠ كيلوواط أمبير . وتبعا لاستطاعة المحولات تكون الانابيب واقعة على جدران الخزان فى صف واحد او صفين او ثلاثة صفوف .

وتزود فى الوقت الحاضر خزانات المحولات الجارى انتاجها بانابيب بيضوية المقطع لدوران الزيت الى جانب الانابيب المستديرة المقطع حيث انها تتمتع بالمقارنة مع الاخيرة بالانتقال الحرارى الافضل وتسمح صفها بتراس اكثر على محيط الخزان . وتوجد





الشكل ٥٤ . خزانات محولات القوى :  
أ - أملس ، ب - مضلع ، ج - انبوبي ، د - مع رديتور

فى جدران الخزان الرديتورى ماسورة متفرعة ملحومة ذات شفاه لتوصيل الرديتورات بها . وتوجد فى الجزء السفلى لجدران جميع الخزانات ماسورة متفرعة بصنبور لتصريف الزيت من الخزان .  
وتوجد ناقلة ذات عجلات مثبتة على قاع الخزان لتحريك المحول الى مسافات غير بعيدة فى حدود المحطة الفرعية . وهناك لوحة مركبة على جدار الخزان او على الانابيب تحتوى على معطيات كتالوج المحول . ويكون خزان المحول مزودا فى جزئه العلوى باطار فيه ثقوب يكسب بنيان الخزان الصلابة اللازمة ويثبت عليه غطاء المحول بالبراغى .

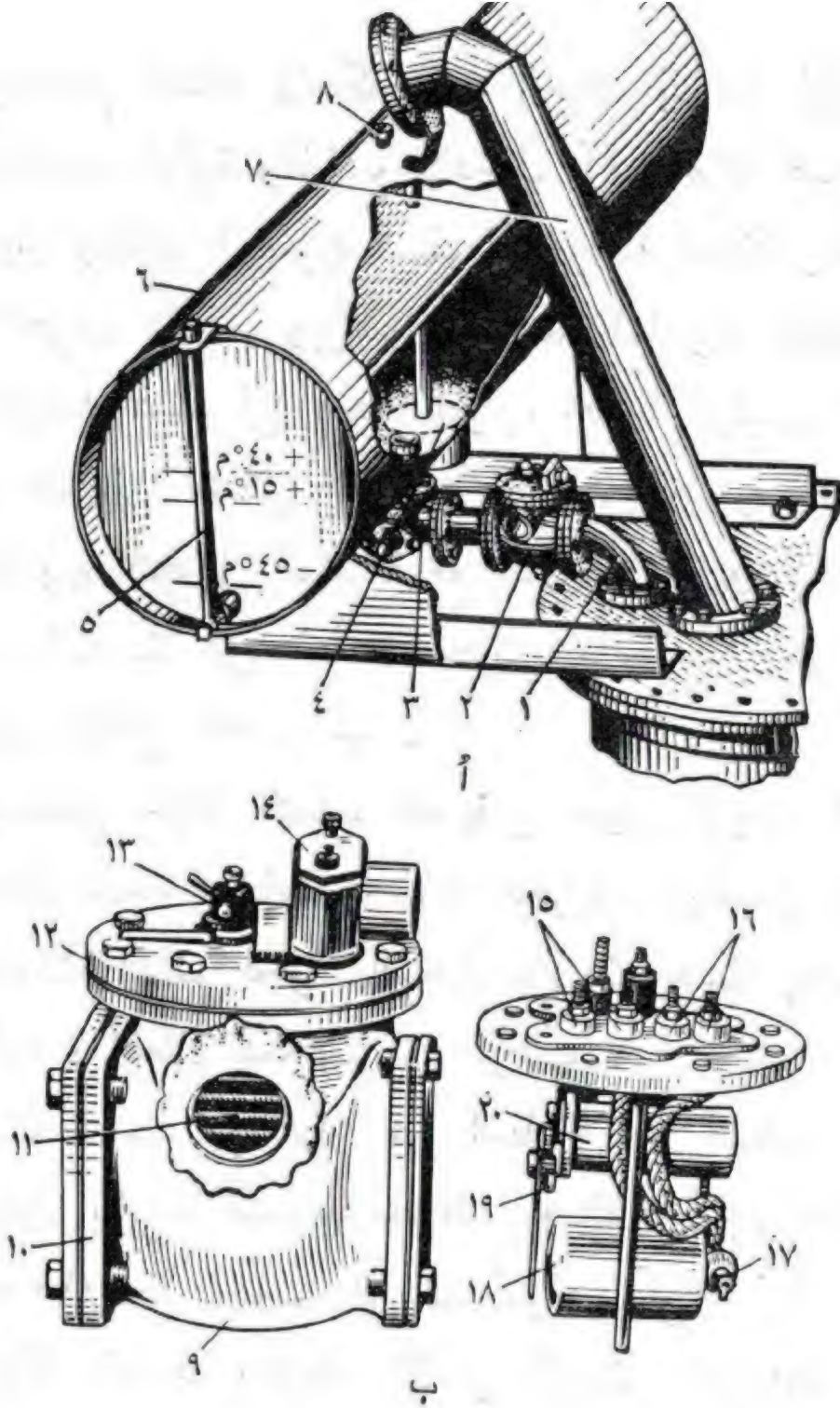
ويستخدم الغطاء لاحكام سد الخزان وكذلك لتركيب خزان التمدد والماسورة الواقية واطراف الادخال وآلية حركة المبدل وغلاف ميزان الحرارة وكذلك الماسورة المتفرعة الموصلة للخزان بخزان التمدد ومعدات اخرى عليه . ويركب فى فلكة الماسورة المتفرعة مرحل غازى . وتوجد هناك فى الغطاء ثقب خاصة لتركيب المعدات . ويشاهد فى الشكل ٥٥ ، أ توزيع الماسورة الواقية وخزان التمدد وماسورة التوصيل المتفرعة مع المرحل الغازى المحزوز فيها والصنبور - السدادة على غطاء المحول واما تركيبة المرحل الغازى فتشاهد فى الشكل ٥٥ ، ب .

ويستخدم خزان التمدد لتعويض حجم الزيت المتغير فى خزان المحول نتيجة لتقلبات درجات الحرارة . ويضمن وجود خزان التمدد الامتلاء الدائم لخزان المحول بالزيت حيث يحمى الزيت وملفات الجزء الفعال للمحول من الترتب .

وخزان التمدد هو عبارة عن اسطوانة من الصلب تتصل مع خزان المحول بواسطة ماسورة متفرعة . ويؤلف حجم خزان التمدد عادة ٨ - ١٠٪ من حجم الزيت الموجود فى خزان المحول . ووجود خزان التمدد يستبعد تلامس الزيت الموجود فى خزان المحول مع الهواء المحيط ويقى الزيت بهذا الشكل من الترتب والتأكسد السابق لاوانه .

ويكون مؤشر مستوى الزيت (مؤشر الزيت) مركبا على طرف حائطى واحد من خزان التمدد وكذلك تكون مرسومة عليه ثلاث شرطات أفقية مع ارقام التحكم + ٤٠ و + ١٥ و - ٤٥ °م الدالة على التغيرات المسموحة لدرجات حرارة الهواء المحيط . وعند عمل المحول فانه يجوز لدرجة حرارة زيتة الارتفاع عن درجة





الشكل ٥٥ . توزيع جزء من معدات المحول على غطاء خزانة (أ) وتركيبه المرحل الغازي (ب) :

- ١ - ماسورة نقل الزيت ، ٢ - مرحل غازي ، ٣ - صنبور - سدادة ، ٤ - مرسب ، ٥ - مؤشر مستوى الزيت ، ٦ - خزان التمدد ، ٧ - ماسورة واقية ، ٨ - سدادة الفتحة لصب الزيت ، ٩ - جسم المرحل الغازي ، ١٠ - شفة ، ١١ - نافذة المراقبة ، ١٢ - غطاء ، ١٣ - صنبور لتصريف الغازات المتجمعة في المرحل ، ١٤ - علبة المآخذ ، ١٥ و ١٦ - مآخذ دوائر الانذار (بالاشارات) والفصل ، ١٧ و ١٩ - ملاسمات زئبقية لدوائر الانذار والفصل ، ١٨ و ٢٠ - عوامتان سفلية وعلوية

حرارة الهواء المحيط بمقدار  $40^{\circ}\text{م}$  بالمتوسط ، وبالتالي فان مجال تقلبات درجة حرارة الزيت في المحول يتراوح بين  $45^{\circ}\text{م}$  و  $80^{\circ}\text{م}$  اي  $125^{\circ}\text{م}$  . ان تقلبات درجة الحرارة هذه القادرة على إحداث تغيرات حادة في حجم الزيت تعوض بخزان التمدد . ان مؤشر الزيت معد للتحكم في مستوى الزيت عند املاء المحول بعد الاصلاح واثناء التشغيل . وقد كانت مؤشرات الزيت لخزانات التمدد للمحولات ذات التصميم القديم متصلة بالهواء المحيط ، حيث ان هذا كان ينعكس سلبيا على نوعية الزيت في خزان التمدد (لقد كان يتسخ ويتأكسد) . ان مؤشرات مستوى الزيت لخزانات التمدد للمحولات العصرية لا تتصل مباشرة بالهواء الخارجى ، حيث انها مركبة بشكل يكون معه جزؤها السفلى متصلا بالزيت في خزان التمدد واما جزؤها العلوى فيكون متصلا بالتجويف الهوائى فوق مستوى الزيت فيه . ان هذا التركيب لمؤشر الزيت يقى الزيت من الترتب والانساخ .

ان الحوائط الطرفية لخزانات التمدد للمحولات ذات التصميم القديم ملحومة باحكام على الاسطوانة واما الحوائط الطرفية النقيضة لتلك التى تقع عليها مؤشرات الزيت لخزانات التمدد للمحولات العصرية فانها قابلة للنزع ، ويقام بتثبيتها على خزان التمدد بالبراغى وبحشوة مكثفة مقاومة للزيوت تسهل عند الاصلاحات الوصول الى التجويف الداخلى لخزان التمدد والى القطع الواقعة هناك عند ضرورة تنظيفها وطلائها .

وتتراكم فى قاع خزان التمدد الرطوبة ورواسب من ذرات صلبة ، ولذا توجد فى خزانات التمدد للمحولات ذات الاستطاعة البالغة ٤٠٠ كيلوولط أمبير سدادة لتصريف الاوساخ واما فى



خزانات التمدد للمحولات ذات الاستطاعة الاكبر فيوجد مرسب (جامع اوساخ) . والمرسب هو عبارة عن خزان غير كبير من الصلب يوضع تحت خزان التمدد حيث تسيل اليه الرطوبة والرواسب المتراكمة فى قاع خزان التمدد .

وعند تغير حجم زيت المحول يتغير مستوى الزيت فى خزان التمدد وبالتالي حجم الهواء فى الاخير : فعند ازدياد حجم الزيت ينطرد الهواء من خزان التمدد الى المحيط الجوى واما عند الانكماش فيدخل الهواء الى خزان التمدد قادما من المحيط الجوى . ان هذه العملية العديدة التكرار فى المحول الشغال تشبه التنفس ولذا فانه اتفق على القول بان المحول «يتنفس» . ولكى لا يترطب ولا يتسخ الزيت اثناء «تنفس» المحول يزود خزان التمدد بمجفف للهواء (مملوء بالسيليكاجيل) له جهاز (حاجب زيتى) لتنظيف الهواء من العوالق الميكانيكية . وبوجود مجفف الهواء يتخلص كل الهواء الداخلى الى خزان التمدد مارا خلال السيليكاجيل من الرطوبة واما الذرات الميكانيكية الموجودة فى الهواء فتترسب فى الحاجب الزيتى . ويكون خزان التمدد متصلا مع خزان المحول بواسطة ماسورة متفرعة (ماسورة نقل الزيت) يكون مركبا فى شقها صنبور - سداة ومرحل غازى .

ويستخدم المرحل الغازى للانذار عن نشوء الاعطال فى اجزاء المحول الواقعة فى خزانة ، والتي تسبب تسخينات محلية يسفر عنها تفسخ الزيت او الخشب او العازل المصحوب بتكوين الغازات العنيف . ويستجيب المرحل الغازى كذلك للانخفاض المفاجئ لمستوى الزيت الناتج عن تسربه من الخزان . وعند الاعطال الجدية التى تهدد بكارثة والمصحوبة بتكوين الغازات الكثيف تقوم ملامسات

المرحل بغلق دائرة الاجهزة التى تفصل المحول عن الاجزاء الغير متضررة من الوحدة الكهربائية .

وللمرحل الغازى (انظر الشكل ٥٥ ، ب) التركيبة التالية :

تقع بداخل الجسم المعدنى ٩ للمرحل الاسطوانتان - العوامتان ١٨ و ٢٠ ، الواحدة فوق الاخرى ، المعدنيتان المتحركتان والمغلفتان باحكام . وتوجد دوارق زجاجية صغيرة مثبتة على العوامات ، مركبة بداخلها ملامسات ومعبأة بقليل من الزئبق . وتعمل ملامسات الدورق الصغير للعوامة العليا على غلق دائرة الانذار الصوتى واما ملامسات الدورق الصغير للعوامة السفلى فتعمل على غلق دائرة فصل المحول . وعند نظام العمل الطبيعى للمحول يكون خزان المرحل مملوءا بالزيت والعوامتان ١٨ و ٢٠ مرفوعتين واللامسان ١٧ و ١٩ فى الدوارق الصغيرة التى تحوى على الزئبق مفصولين . وعند التكوين الخفيف للغازات الدال على عطل غير كبير بداخل خزان المحول ترتفع الغازات الى اعلى ببطء وتقوم مع تجمعها فى خزان المرحل بازاحة الزيت منه . وينخفض مستوى الزيت فى المرحل وتهبط من جراء ذلك العوامة العليا وهنا يقوم الزئبق الموجود فى الدورق الصغير المثبت عليها بتوصيل ملامسات دائرة الانذار اثناء انسكابه . ويتسبب التكوين المتزايد للغازات نتيجة تطور العطل بتشغيل العوامة الثانية التى تنقلب مع الدورق الزجاجى الصغير المثبت عليها ؛ ويقوم الزئبق اثناء انسكابه فى الدورق الصغير بتوصيل ملامساته ، محدثا فعل الحماية بالمرحل الذى يفصل المحول بواسطة مفتاح الفصل الزيتى .

ان المرحلات الغازية ذات العوامات موجودة فى معظم محولات القوى التى انتجت سابقا . وتستخدم فى المحولات العصرية مرحلات



غازية ذات فناجين . وهذه المرحلات التى تركيبها ومبدأ عملها هما تقريبا كما للمرحلات الغازية ذات العوامات تختلف عن الاخيرة بالعوامات التى استبدلت بفناجين مستديرة ذات قيعان مسطحة تقوم بالدوران حول محورها وبملاسمات متحركة مثبتة على قوائم عازلة موضوعة بداخل الفناجين . والملاسمات الثابتة مركبة على شرائح عازلة مثبتة على جسم المرحل .

ويقام فى الآونة الاخيرة بتزويد المحولات بمرحلات غازية اكثر تطورا من انتاج وطنى واجنبى . وقد استبدلت لهذه المرحلات مفاتيح الفصل الزئبقية باخرى كهرومغناطيسية اكثر متانة فى العمل ومتمتعة بحساسية عالية .

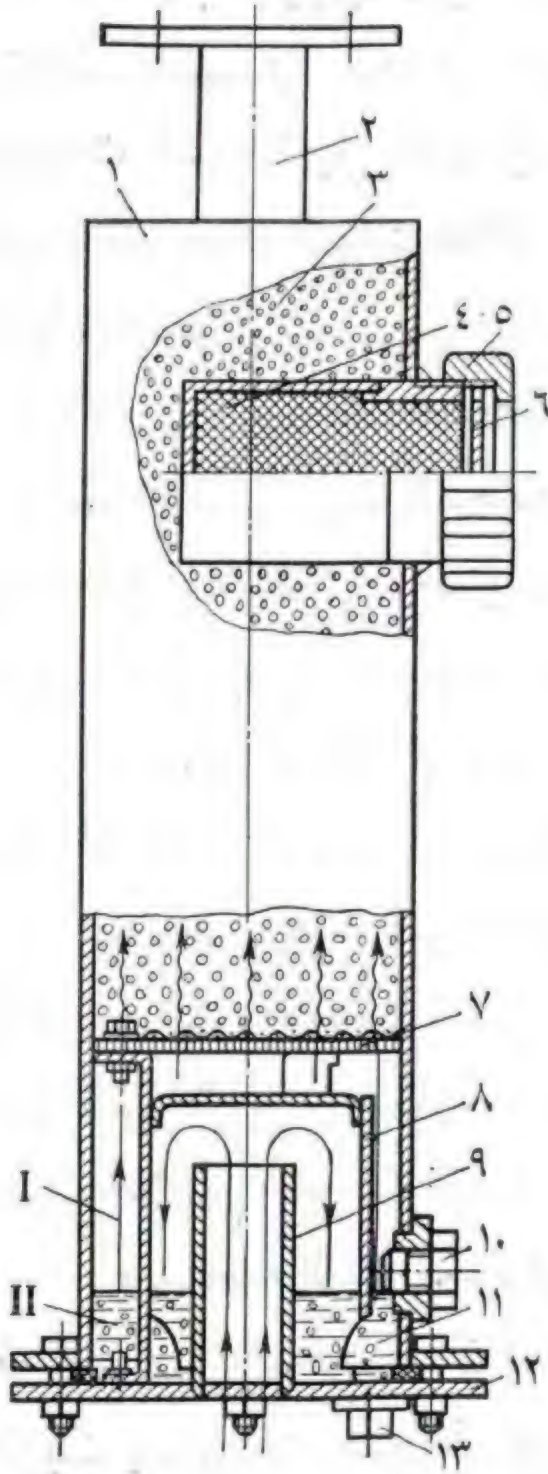
ويقام لحماية المحول من العطل اثناء التكوين العاصف للغازات فى الخزان باستعمال الماسورة الواقية (انظر الشكل ٥٥ ، أ) التى تركيب على غطاء المحول . وهى عبارة عن اسطوانة من الصلب ذات «كوع» فى الجزء العلوى . وينتهى الجزء السفلى من الاسطوانة بشفة تثبت بواسطتها الماسورة الواقية فوق ثقب فى غطاء المحول . وهناك حاجز (حجاب) زجاجى مركب على نهاية الكوع . وتكون اماكن تثبيت الاسطوانة والحاجز مرصوفة بحشوات .

وعند التكوين العاصف للغازات وارتفاع الضغط الناتج عن عملية خلل فى الخزان ، يتحطم الحاجز وتنقذف الغازات مع الزيت الى الخارج حائلة بهذا الشكل دون انفجار خزان المحول .

### البند ٢٣ . مجفف الهواء والفيلتر الحرارى الماص

يستخدم مجفف الهواء لامتصاص الرطوبة التى يحتوى عليها الهواء الداخلى الى المحول وبالتالى لحماية الزيت الموجود فيه من

الشكل ٥٦ . مجفف الهواء :  
 I - مسالك الهواء خلال الحاجب الزيتي ،  
 II - مستوى صب الزيت



الترطب ، ويعمل في الوقت نفسه كفلتر بايقافه لذرات المواد الصلبة الموجودة في الهواء الداخل الى المحول .  
 يتكون مجفف الهواء

(الشكل ٥٦) من : الجسم ١ الاسطوانى الشكل المصنوع من الصلب والمملوء بالسيليكاجيل ٣ ، ومن المصبع مع الشبكة ٧ ، والظرف الشبكي ٤ المملوء بالسيليكاجيل الكاشف والمغلق بالغطاء ٥ بزجاج للمراقبة ٦ .  
 ويقع في الجزء السفلى من مجفف الهواء حاجب زيتى يقى السيليكاجيل من الترطب

ويوقف العوالق الميكانيكية الموجودة في الهواء الداخل الى المحول خلال المجفف .

ويعمل الحاجب الزيتى لمجفف الهواء على مبدأ الاوانى المستطرفة . فعند انخفاض مستوى الزيت فى خزان التمدد فان الفراغ المتحرر فيه يمتلىء بالهواء القادم من الخارج ، ويمر الهواء الداخلى فى خزان التمدد خلال الماسورة ٩ الملحومة بالقاع



١٢ للحاجب الزيتي ومن ثم خلال طبقات زيت المحولات ١١  
وخلال الثقب في الجدار ٨ وبعد ذلك خلال المصبع مع الشبكة  
وطبقات السيليكا جيل الذي يأخذ الرطوبة من الهواء . ومن ثم يصل  
الهواء الى خزان التمدد خلال الماسورة المتفرعة ٢ والانبوبة . وعند  
ازدياد حجم الزيت في خزان التمدد تجرى حركة الهواء في الاتجاه  
المعاكس . وتوجد للحاجب الزيتي بضعة سدادات . واحداها  
مخصصة لصب زيت المحولات في الحاجب (لا ترى في الشكل) .  
وتستخدم السدادة ١٣ لتصريف الزيت العادم ، والسدادة ١٠ لتصريف  
الزيت حتى بلوغ المستوى الطبيعي في الحاجب .  
وتتحقق المراقبة بالنظر الى مستوى الزيت في مجفف الهواء  
بواسطة مؤشر الزيت (لا يرى في الشكل) .  
وتفحص حالة السيليكا جيل دوريا حيث يستبدل المترطب منه  
بآخر جاف . ويكون الدليل على ترطبه وضرورة استبداله هو تغير  
لون السيليكا جيل - الكاشف من الازرق الى الوردى . وتتم مراقبة  
اللون خلال زجاج المراقبة ٦ في الغطاء ٥ للظرف ٤ .  
ويستخدم الفلتر الحرارى الماص لتنقية الزيت بالتكرير المستمر  
له عند عمل المحول . ان التنقية المنتظمة للزيت ضرورية جدا لان  
الزيت يسخن عند عمل المحول وتشتد نتيجة لذلك عمليات تأكسده .  
وعند التأثير الطويل لأكسجين الهواء على الزيت الساخن يظهر  
«الوحد» الذى يترسب على الاجزاء الداخلية للمحول ويسد قنوات  
الزيت في الملفات . ان الوحد والرطوبة ومختلف الرواسب التى  
تظهر فى الزيت وكذلك الزيت المتأكسد ذاتيا ، تؤثر تأثيرا مخربا  
على عازل الملفات وعلى عوازل اخرى لقطع المحول .  
وتسوء نتيجة لتراكم الرواسب فى قنوات الملفات ظروف

تبريدها حيث تنقلص مدة خدمة العازل بحددة وقد يؤدي هذا في النهاية الى تعطيل المحول كليا واخراجه من حيز العمل . وتتم تنقية الزيت واعادة النوعية العازلة له بالتكرير المستمر له بواسطة الفلتر الحرارى الماص .

والفلتر الحرارى الماص ١٩ (انظر الشكل ٣٠) هو عبارة عن اسطوانة من الصلب مملوءة بالسيليكا جيل وموصولة بالمواسير المتفرعة فى جدار الخزان على غرار الرديتور . وتكون الاسطوانة مزودة فى الجزء العلوى بقمع لتحميلها بالسيليكا جيل وهناك فى الجزء السفلى قمع آخر لتفريغها من السيليكا جيل العادم . وتجرى تنقية الزيت باستمرار عند مروره خلال الفلتر الحرارى الماص اثناء عملية الدوران .

وتزود المحولات ذات الاستطاعة الكبيرة (٢٥٠٠ كيلو واط أمبير واكثر) بالفلاتر الحرارية الماصة حيث يتيح هذا بالعمل الطويل للزيت فيها بدون تنقية وتكرير خاص ، وذلك لأن الزيت المكرر يحتفظ بالنقاوة وثبات العزل الكهربائى اللازمين .

### اسئلة للمراجعة

- ١ - باى الميزات تتباين محولات القوى وما الغرض منها ؟
- ٢ - حدث عن انواع الملفات وتكوينها والغرض منها ؟
- ٣ - ما هى وظيفة الموصل المغناطيسى ومم يتركب ؟
- ٤ - ما هو «الموضع الانتقالى للاسلاك»؟ أين ولأى غرض يقام بانجازه ؟
- ٥ - ما هو تكوين الملف اللولبى وبأية استطاعة تكون تلك المحولات التى يستخدم فيها هذا الملف ؟
- ٦ - لاي غرض تخصص مبدلات المحولات وما هو تكوينها ؟
- ٧ - ما هى خزانات المحولات التى تعرفها وبم تختلف عن بعضها البعض ؟
- ٨ - ما هى وظيفة المرحل الغازى وكيف يعمل ؟
- ٩ - حدث عن خزان التمدد للمحول ؟
- ١٠ - كيف تتم وقاية الزيت فى المحول من الترتب والالتساخ ؟

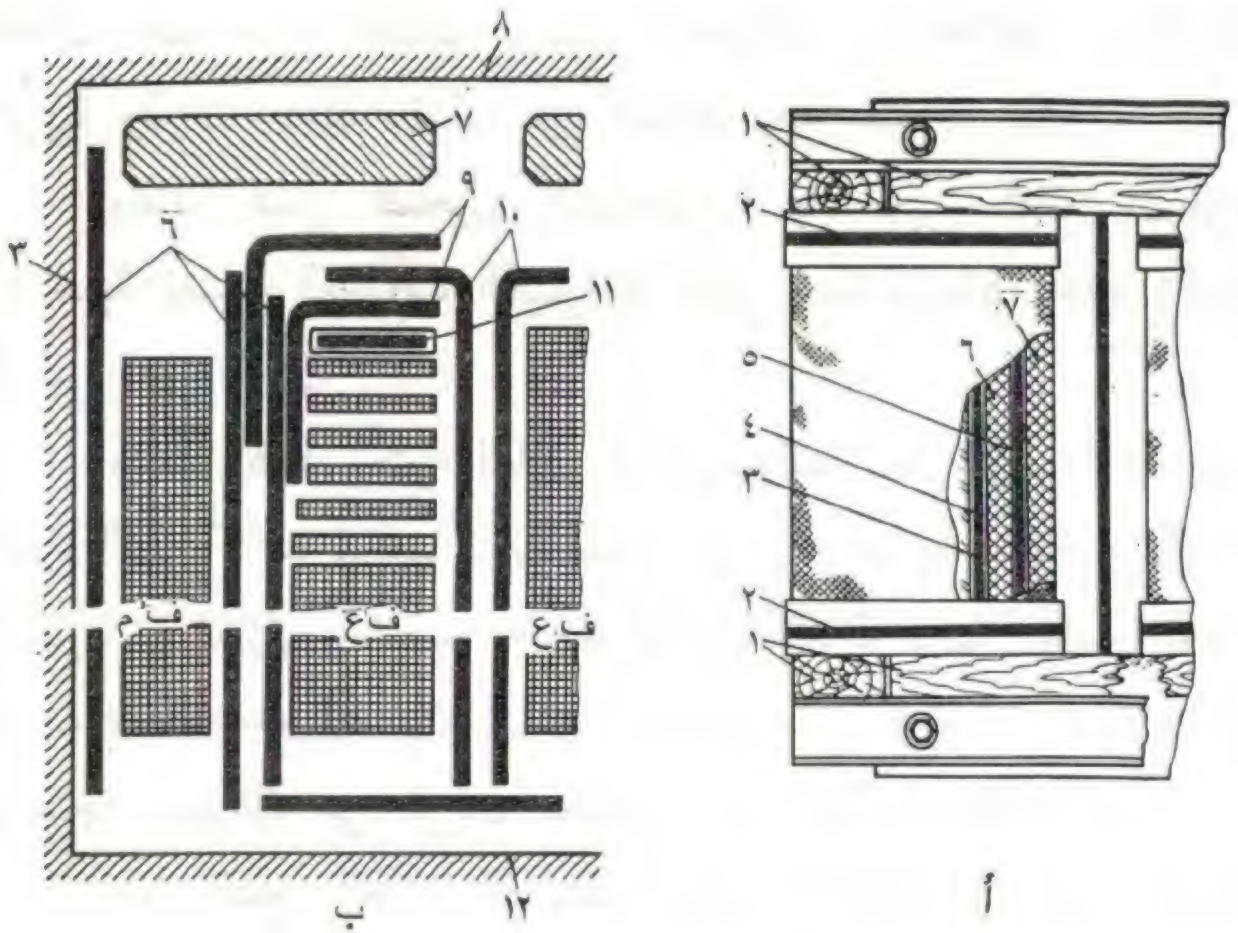


## اصلاح القطع والوحدات التجميعية للمحولات

### البند ٢٤ . معلومات عامة

يلعب عازل المحول دورا كبيرا في تأمين العمل بلا حوادث لمدة طويلة . ويوجد عازل خارجي وآخر داخلي للمحول المملوء بالزيت . ويمت الى العازل الخارجي العازل الهوائي الواقع خارج الخزان ، مثلا المسافة العازلة في الهواء بين اطراف الادخال للمحول . واما العازل الداخلي فهو العازل الواقع داخل الخزان . ويقسم الى عازل رئيسي وآخر طولي . وتمت الى العازل الرئيسي القطع العازلة للملفات عن بعضها البعض وعن الاجزاء المؤرضة ، مثلا الاسطوانات من الكرتون الكهربائي (اللينة) ومن الورق والباكيليت (الصلبة) ، وقنوات الزيت وغيرها . ويشاهد العازل الرئيسي لملف من نوع الفلطية ٣٥ كيلوفلط في الشكل ٥٧ ، أ ، ومن نوع الفلطية ١١٠ كيلوفلط في الشكل ٥٧ ، ب .

ويدخل ضمن العازل الطولي عازل لفات الملف والعازل بين وشائعه او اقراصه وبين الطبقات وعناصر الوقاية السعوية للملف . وتتعرض جميع عناصر العزل الرئيسي والطولي اثناء عمل المحول لمختلف التأثيرات المخفضة لمتانتها الكهربائية ومدة خدمتها .



الشكل ٥٧ . موقع العازل الرئيسى للملفات من نوع الفلطيّات :

- أ - ٣٥ كيلوفلط ، ب - ١١٠ كيلوفلط ؛ ١ - عازل تعديل ، ٢ - عازل النير ،  
 ٣ - قضيب الموصل المغناطيسى ، ٤ - اسطوانة عازلة لملف الفلطيّة المنخفضة ،  
 ٥ - اسطوانة عازلة لملف الفلطيّة العالية ، ٦ - ملفّات الفلطيّة المنخفضة والعالية ،  
 ٧ - حلقة كابسة ، ٨ و ١٢ - الانيار العلوية والسفلية ، ٩ - وردات زاوية ،  
 ١٠ - فاصلات ما بين الاطوار ، ١١ - حلقة فراغية

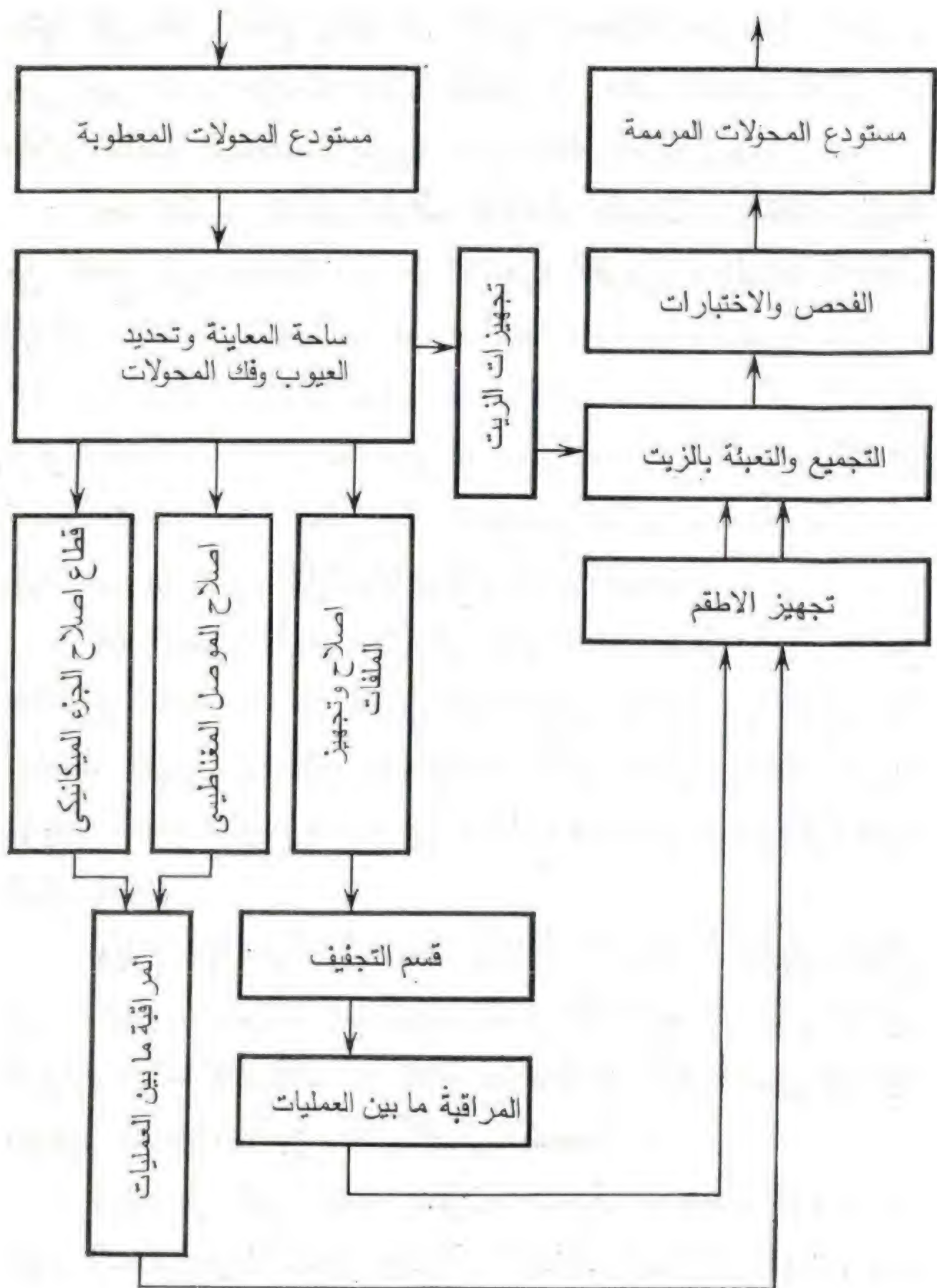
ان اكثر التأثيرات السلبية على المتانة الكهربائية للعازل تبديها العمليات الكيميائية الجارية في المحول من جراء وجود خلائط غريبة في العازل على شكل : رطوبة متبقية في العازل نتيجة للتجفيف الغير كاف للملفات بعد اصلاحها ، او متراكمة نتيجة لترطب الزيت المبرد للمحول ؛ بقايا مذيب ورنيش التشبيع الذى لم يتطاير عند تحميمص الملفات المشبعة ؛ فقاقيع هوائية او غازية متبقية في



العازل عند ملء الخزان بزيت المحولات ؛ خلائط ميكانيكية غريبة وذرات صلبة سقطت في الخزان عند ملئه بالزيت .  
وعند عمل المحول المصحوب بالتسخين الزائد لاجزائه الداخلية تصبح العمليات الكيميائية اكثر عنفا ويزداد بحدته تأثيرها السلبي على العازل .

وعند ازدياد احتواء العازل الصلب واللدن على الرطوبة ، وعند الطرد الغير كاف للمذيبات والفقايع الهوائية والغازية تنخفض المتانة الكهربائية للعازل واما مدة خدمة الاغطية العازلة فانها تنقص بحدته نتيجة للتفاعلات الكيميائية . ان وجود مختلف الخلائط الميكانيكية (انسجة وغيرها) في الزيت يخفض من الفلطية الثاقبة له .  
ان القطع العازلة المستقلة مثل الاسطوانات من الورق والباكيليت تتحمل بالاضافة الى كل هذا تأثيرات ميكانيكية تسببها القوى الكهرودينامية الناشئة في الملفات عند التقصيرات النافذة للدائرة .

وان نوعية العزل هي المؤشر الاساسي ، المحدد لآمان المحول في التشغيل ولذا فانه ينبغي اعارة اهتمام خاص عند اصلاح المحولات لنوعية اعمال العزل ولمراعاة التكنولوجيا . ويجب على عازل المحول المرمم ان يجتاز مجموعة اختبارات ما بعد الاصلاح باكملها دون الاضرار او الاساءة بخواص العزل الكهربائي وان يتحمل التأثيرات الكهربائية والحرارية والكيميائية المحتملة وغيرها اثناء عمل المحول .  
ان اكثر اجزاء المحول ضعفا وعرضة للاعطال هو ملف الفلطية العالية ، ونادرا ملف الفلطية المنخفضة . وغالبا ما تنشأ الاعطال نتيجة لانخفاض المتانة الكهربائية للعازل على قطاع ما للملف ، وبالنتيجة يحصل خرق كهربائي للعازل ما بين اللفات وبالتالي تماس



الشكل ٥٨ . مخطط اصلاح محولات ثلاثية الاطوار ذات تبريد زيتي



بينها على هذا القطاع يؤدي الى اخراج المحولات من حيز العمل .  
ومن غير النادر حوادث انتقال الفلطية من ملف الفلطية العالية الى  
ملف الفلطية المنخفضة بسبب سوء حالة العازل بينهما .

وقد تتضرر كذلك اطراف الادخال والمبدلات والغطاء وغيرها  
من القطع في المحولات . ان التناسب التقريبي ( بالمئة ) لاعطال  
اجزاء مستقلة من المحولات هو : الملفات والاجزاء الممررة للتيار -  
٥٣ ، اطراف الادخال - ١٨ ، المبدلات - ١٢ ، كل الاجزاء  
الباقية مجتمعة - ١٧ . لقد اظهرت تقصيات اسباب الخروج الطارئ  
للمحولات من حيز العمل بان الحوادث الطارئة تحصل عادة من  
جراء الخدمة الغير كافية والاصلاح الرديء النوعية .

ان المحول ذا الملفات او الاجزاء اخرى المعطوبة خاضع  
للاخراج العاجل من حيز العمل للاصلاح . ويشاهد في الشكل ٥٨  
مخطط وظيفي لاصلاح المحولات ثلاثية الاطوار ذات التبريد  
الزيتي ، وهو الاوسع انتشارا في ورشات الاصلاح الكهربائي لاغلبية  
المؤسسات .

ويقام طبقا لهذا المخطط بادخال المحول المعطوب الواقع  
في مستودع المحولات المعطوبة بانتظار الاصلاح الى قسم تحديد  
العيوب والاعداد المؤلف من ثلاثة قطاعات : الفك والغسيل وتحديد  
عيوب الملفات والجزء الميكانيكي للمحول .

ويقام في قسم الفك بتنظيف المحول وتصريف الزيت من  
خزان التمدد وخزان المحول واطراف الادخال المملوءة بالزيت . ومن  
ثم وبعد التيقن بالكتابات المدونة في الوثائق المصحوبة وبطريقة  
الاختبارات التمهيدية من عطب المحول ، يقام بالانتقال الى فكه  
وتحديد عيوبه .

ويجرى فك المحول الزيتي ثلاثي الأطوار ثنائي الملفات  
وتحديد عيوب عدد من اجزائه في آن واحد او بفارق زمني غير  
كبير .

تدعى بعملية تحديد عيوب المحول مجموعة الاعمال المتعلقة  
باكتشاف طبيعة ودرجة الاعطال لاجزائه المستقلة . والعمل المتعلق  
بتحديد العيوب هو من اكثر مراحل الاصلاح اهمية ، لانه تتحدد  
اثناؤه الطبية الحقيقية للاعطال وابعادها وكذلك حجم الاصلاح  
المائل والحاجة الى مواد الاصلاح ومعداته . ولذا فانه على القائم  
بتحديد العيوب ان يعرف جيدا لا البوادر واسباب الاعطال وحسب  
بل وطرق اكتشافها الصائب وازالتها . وترد في الجدول رقم ١ الاعطال  
المميزة لمحولات القوى والاسباب المحتملة لنشوتها .

ويمكن اكتشاف اعطال القطع الخارجية للمحول (خزان التمدد  
وخزان الزيت والحفريات والجزء الخارجى لاطراف الادخال والقاطع  
الواقى الخارق) بالمعاينة الدقيقة . واما اعطال القطع الداخلية فيمكن  
اظهارها بمختلف الاختبارات . بيد ان نتائج الاختبارات لا تتيح  
دائما امكانية تحديد طبيعة الاعطال الحقيقية بدقة ، وذلك لان اى  
انحراف عن القاعدة المحددة ، جرى اظهره نتيجة للاختبارات  
(مثلا التيار الزائد للتشغيل البطيء) قد يكون ناشئا عن عدة اسباب  
من ضمنها تقصير لفات الملف ، ووجود انغلاق لدائرة التيار  
خلال براغى الشد والقطع الضاغطة ، والتوصيل الخاطى للملفات  
المتوازية وغيرها ، ولذا يفك المحول كقاعدة اثناء عملية تحديد  
العيوب وعند اللزوم يرفع الجزء الفعال حيث لا يتيح هذا تحديد  
اسباب وطبيعة وابعاد الاعطال وحسب بل وتحديد المواد والادوات  
والاجهزة المطلوبة لاصلاح المحول وكذلك الوقت اللازم لذلك .



## اعطال المحولات واسباب نشوئها

عناصر المحول	العطل	اسباب العطل
الملفات	تماس بين اللفات	عتق طبيعي للعازل واهترائه ، فرط في تحميل المحول يتكرر بانتظام ، قوى ديناميكية ناجمة عن التقصيرات النافذة
	تماس مع الهيكل (خرق) ، تماس ما بين الاطوار	عتق العازل ؛ قرطب الزيت وانخفاض مستواه ؛ فرط في الفلطيات الداخلية والخارجية ؛ تشوه اشكال الملفات الناجم عن مرور تيارات كبيرة اثناء التقصيرات النافذة
	انقطاع الدائرة	احتراق الاطراف الخارجة (اطراف السحب) عن الملف من جراء النوعية الرديئة للتوصيل او القوى الديناميكية الكهربائية الناجمة عن التقصيرات
مبدلات ضبط الفلطية	انعدام التلامس انصهار السطح التلامسي	اختلال ضبط جهاز التبديل تأثير حرارى على الملامس من جاء تيار التقصير
اطراف الادخال	خرق كهربائي ( توصيلة ) مع الهيكل	وجود صدوع في العوازل الخزفية ؛ انخفاض مستوى الزيت في المحول مع اتساخ السطح الداخلي للعازل الخزفي في الوقت نفسه

عناصر المحول	العطل	اسباب العطل
الموصل المغناطيسى	خرق كهربائى للعازل بين الاطراف الخارجة للاطوار المستقلة «احتراق» الصلب	تضرر عازل الاطراف الخارجة الموصولة باطراف السحب او بالمبدل اختلال العازل بين بعض صفائح الصلب او براغى الشد؛ كبس الصلب بضعف؛ نشوء دائرة مقصرة عند تضرر الحشوات العازلة بين النير والموصل المغناطيسى؛ نشوء دائرة مقصرة عند القيام بتأريض الموصل المغناطيسى من جهة اطراف السحب لملفات الفلطة العالية والفلطة المنخفضة
الخزان والحنفيات (الصنابير)	تسرب الزيت من خطوط المحام واماكن اتصال الشفاه تسرب الزيت من الصنبور - السدادة	اختلال خط اللحام والاتصال المحكم للشفاه الناجم عن التأثيرات الميكانيكية او الحرارية سدادة الصنبور مشدودة بشكل سى، تضرر الحشوة اسفل الشفة

## البند ٢٥ . فك المحولات وتحديد عيوبها

ينظف المحول الوارد الى ساحة الفك من الاوساخ ومن ثم  
يعاين بدقة من الخارج . وتجري المعاينة من الخارج لاطهار  
الاعطال الخارجية : الصدوع فى خطوط الالتحام التسليحية وتشقق



خزف اطراف الادخال ، واختلال خطوط اللحام وتسرب الزيت من اماكن اتصال الشفاه ، والاعطال الميكانيكية لانايب دوران الزيت ، ولخزان التمدد والقطع الاخرى للمحول . وتسجل الاعطال التي شوهدت فى الاعمدة (الخانات) المناسبة على بطاقات تحديد العيوب .

وعند وجود الاعطال التى يتطلب تأكيدها او ازلتها فتح المحول ورفع الجزء الفعال (القلب المغناطيسى) يقام بفك المحول . ويصرف الزيت من المحول جزئيا او كليا قبل البدء بفكه . ويصرف الزيت جزئيا (حتى مستوى النير العلوى للموصل المغناطيسى) عندما يكون بالامكان انجاز عمليات الاصلاح بدون رفع الجزء الفعال للمحول (مثلا عند استبدال اطراف الادخال واصلاح ملامسات المبدلات) او مع رفع الجزء الفعال فقط ولكن لفترة لا تتجاوز الفترة المسموحة بها لابقاء ملفات المحول خارج الزيت .

ويصرف الزيت كليا من المحول على الاغلب عند ضرورة تجفيف جزئه الفعال وكذلك عند الاصلاحات التى تتطلب استبدال الملفات المعطوبة وفى تلك الحالة عندما يكون الزيت غير صالح للاستعمال اللاحق من جراء الاتساخ الفائق عن الحد او الترتب . ويرتبط فك واصلاح وتجميع المحول بضرورة انجاز حجم كبير من اعمال البرادة والتجميع من قبل الميكانيكى الكهربائى . ويتحدد تعاقب انجاز عمليات الفك فى كل حالة معينة تبعا لتصميم المحول المائل للاصلاح . ولذا فانه ليس بالامكان التوصية باى تعاقب تكنولوجى موحد لانجاز عمليات فك واصلاح جميع المحولات الداخلة الى حيز الاصلاح . وترد فى هذا الباب ، مع اخذ ذلك بعين الاعتبار ، ارشادات عن طرق انجاز العمليات

الاساسية للفك والاصلاح فى التعاقب الذى يطبق بانحرافات غير كبيرة على محولات من مختلف الاستطاعات والتصاميم .

ويفحص قبل البدء بالفك تكامل المحول الداخلى الى حيز الاصلاح (يجب ان تكون كل الوحدات التجميعية والقطع المعتمدة لهذا التصميم موجودة) . وتفحص كذلك حالة اجزائه الخارجية وسلامة خطوط اللحام والتوصيلات وانعدام تسرب الزيت من اماكن اتصال شفاه التسليحات (الصنابير) مع الخزان .

ويبدأ التفكيك بفك المرحل الغازى وميزان الحرارة وخزان التمدد والماسورة الواقية وغيرها من التجهيزات والقطع الواقعة على غطاء المحول . ويجرى فك الوصلات ذات البراغى بواسطة مفاتيح متحركة او مفاتيح صواميل ثنائية الاطراف بمقاييس فوهات مطابقة للابعاد القياسية للصواميل ورؤوس البراغى .

ويقام عند فك المرحل الغازى بوضع حشوة تحته مسبقا على هيئة قطاع من شريحة خشبية بعرض ٢٠٠ مم او شريحة من المطاط بسمك لا يقل عن ١٠ مم . ولازالة المرحل يقام فى البداية بفك (مع القبض على المرحل باليد) براغى تثبيته على شفاه المواسير المتفرعة التى توصل المرحل بالخزان وخزان التمدد ومن ثم يرفع المرحل بتحريك هيكل المرحل ببطء موازيا للشفاه . وتغطى الثقوب فى هيكل المرحل بصفائح من خشب الابلكاش او المازونيت او الكرتون السميك وتثبت بالبراغى التى تحررت بعد فك المرحل وذلك لوقاية القطع الداخلية للمرحل من الاتساخ والاضرار .

ويجرى فحص صلاحية ، واختبار ، واصلاح المرحل فى المختبر الكهربائى الذى يرسل اليه المرحل المتزوع عن المحول الجارى تفكيكه .



ويقام اثناء الاستمرار فى عملية التفكيك بفك الماسورة الواقية ومن ثم خزان التمدد . ويقوم عادة شخصان بانجاز عمليات فك الماسورة الواقية : ميكانيكى كهربائى وعامل مساعد له ، حيث يقوم احدهما (العامل المساعد) بالامساك بالماسورة الواقية وهو يقف ثابتا على الغطاء ، واما الآخر (الميكانيكى الكهربائى) فيفك الصواميل المثبتة للشفة السفلية للماسورة والقضيب من الصلب او الحامل على غطاء المحول .

وتربط الماسورة المحررة من المثبتات بحبل وتنزل مع مراعاة الحيطه التى تستبعد تضرر حجاب الماسورة الواقية او الاضرار بالاجزاء والقطع الاخرى للمحول بالماسورة الجارى انزالها . ويغضى الثقب فى الغطاء ، حيث كانت الماسورة مركبة فيه بقطعة من خشب الابلكاش .

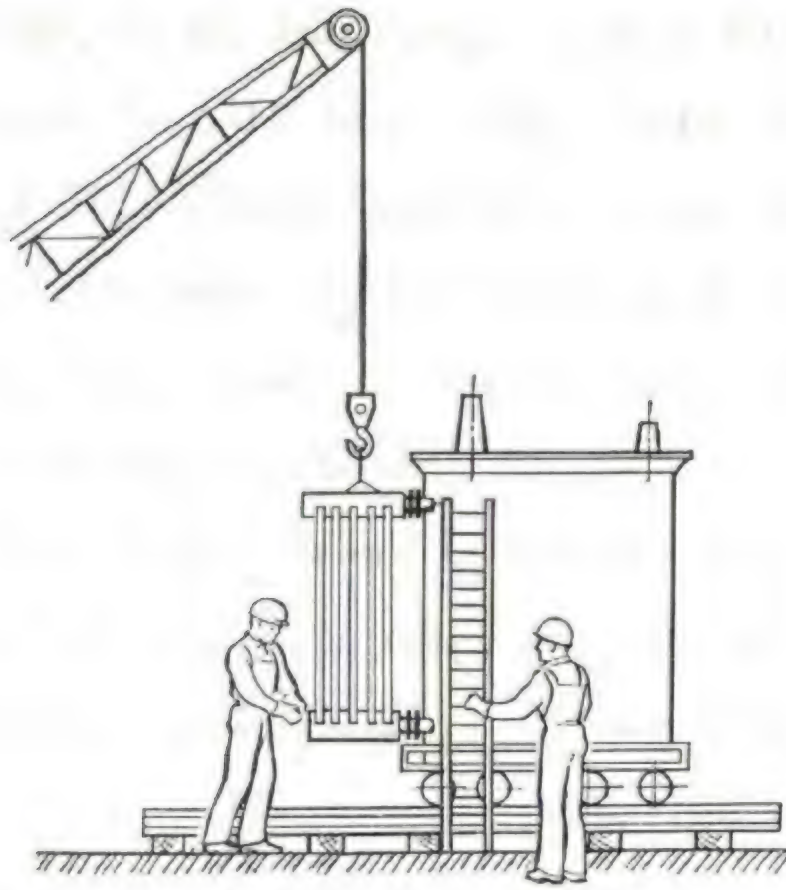
واما تفكيك خزان التمدد فيجرى حسب التعاقب التالى :  
تفصل عن خزان التمدد الماسورة المتفرعة عن ناقل الزيت مع الصنبور - السدادة ، ويقام بحماية مؤشر الزيت بصندوق خشبى مؤقت يجرى تثبيته على تسليحه بواسطة حبال متينة ؛ يربط خزان التمدد بمئانة بحبل من القنب او بحبل تعليق من الصلب يقبض على جسمه او يمسك بحلقات التعليق الموجودة على خزانات التمدد للمحولات الجبارة ؛ تفك براغى تثبيت حوامل خزان التمدد على غطاء وخزان المحول ؛ يركب لوحان او عارضتان من الخشب بشكل مائل وينزل خزان التمدد عليهما ببطء الى الارض ؛ تغطى الثقوب فى الغطاء وخزان التمدد بشفاة مؤقتة من المطاط الصفائى او بخشب الابلكاش او بالكرتون لمنع تساقط الاوساخ والرطوبة فيها .  
وبعد ازالة المرحل والماسورة الواقية وخزان التمدد يستمر فى

التفكيك بالانتقال الى فك غطاء المحول . ويجرى فك الغطاء بمراعاة اجراءات الحيطه المستبعدة تضرر القطع الخزفية لاطراف ادخال ملفات الفلظية العاليه والفلظية المنخفضة ، حسب الترتيب التالى :  
تفك البراغى المثبته للغطاء على شفة الخزان بواسطة مفتاحين يقبض باحدهما على البرغى لمنعه من الدوران ويفك بالآخر الصمولة الواقعة تحت شفة الخزان وحافة الغطاء البارزتين .

وعند العمل المتواصل للمحول فى غرفة رطبة او فى العراء تصاب البراغى بالصدأ ولذا فانها تفك بصعوبة حتى عند بذل جهود كبيرة الى مفتاح الصواميل . وينصح مسبقا ببيل مثل هذه البراغى بالكىروسين بغزارة . واما البراغى المزالة عن طول محيط الغطاء مع الوردات والصواميل المركبة عليها فيجرى غسلها وطلاؤها بشحم مقاوم للصدأ ومن ثم توضع فى صناديق وتحفظ لاستعمالها ثانية عند تجميع المحول .

ويعلق الغطاء المحرر من البراغى بحبال تمرر فى حلقات الرفع المركبة على النهايات المقلوطة لصبالم الرفع المثبته على عوارض النير العلوى للموصل المغناطيسى والبارزة عن الغطاء . وتوجد عادة للمحولات ذات الاستطاعة البالغة ٤٠٠ كيلوواط أمبير حلقتان للرفع ، وللمحولات ذات الاستطاعة الاكبر توجد اربع حلقات . وتستعمل لرفع الجزء الفعّال عدة خاصة وحبال تعليق تكون قد اجتازت الاختبارات اللازمة ومحسوبة على كتلة الحمل الجارى رفعه . وتلبس اناشيط حبال التعليق على محاور صغيرة من الصلب مدخلة مؤقتا (لفترة الرفع) فى ثقوب (عروات) حلقات الرفع . وعند فك الرديتورات والقطع الضخمة الاخرى للمحول ذى التركيب الخارجى تستعمل سيارة رافعة كآلية رفع (الشكل ٥٩) .





الشكل ٥٩ . فك رديتور محول القوى بواسطة سيارة رافعة

وعند رفع الجزء الفعال للمحولات التى تكون اطراف الادخال فيها واقعة على جدران الخزانات يقام بفصل اطراف الاخراج وفك اطراف الادخال فى البداية وبعد ذلك فقط يرفع الجزء الفعال للمحول . وفى المرحلة الاولى لرفع الجزء الفعال اى حينما يصبح الغطاء مرفوعا فوق حافة الخزان بعلو ٢٠٠ - ٢٥٠ مم يوقف الرفع اللاحق مؤقتا ، وذلك للتأكد من انعدام ميلان الجزء الفعال الجارى رفعه بالنسبة الى وضعه الأولى فى الخزان . وينشأ الميلان عادة من جراء عدم توازن الجزء الفعال نتيجة للتعليق الخاطىء او للاطوال المختلفة لحبال التعليق ، مما يمكن ان يؤدى الى الاضرار بالملفات عند تلامسها مع جدران الخزان اثناء الرفع . ويقام عند وجود الميلان بانزال الجزء الفعال الى قاع الخزان ورفع من جديد فقط بعد ازالة

الميلان . وينصح ايضا فى بداية الرفع بالتأكد من صلاحية آلية الرفع حيث ينبغى لهذا الغرض رفع الجزء الفعال لعلو ١٥٠ - ٢٠٠ مم فوق مستوى قاع الخزان وابقاؤه معلقا لمدة ٣ - ٥ دقائق ومن ثم الاستمرار فى الرفع . وبعد ان يصبح الجزء الفعال خارجا من الخزان كليا ومرفوعا فوقه بما لا يقل عن ٢٠٠ مم يمكن عندها نزع الخزان . ويمنع منعاً باتاً الوقوف تحت الجزء الفعال المعلق او فى منطقة خطر الاقتراب منه وكذلك اجراء معاينته فى هذه الاثناء .

ويوضع الجزء الفعال المرفوع من الخزان على منصة ثابتة من الواح منجورة او على عوارض خشبية بحيث يضمن وضعه الرأسى الثابت وامكانية معاينته وفحصه واصلاحه .

ويستمر فى الفك حيث تفصل الاطراف الخارجة عن اطراف الادخال والمبدل وتفحص حالة عوازلها وخطوط الالتحام التسليحية لاطراف الادخال ونظام التلامس للمبدل . وتدون الكتابات المناسبة عن جميع الاعطال التى لوحظت فى بطاقة تحديد العيوب . وتفك فيما بعد حلقات الرفع عن الصبالم الرأسية وينزع الغطاء وينقل جانبا ويوضع بطريقة لا تتضرر معها الاجزاء البارزة تحته ، ويقام بحماية اطراف الادخال من الاضرار الميكانيكية وذلك بتغطيتها باسطوانات صلبة من الكرتون او بلفها بقماش نظيف من الخيش (الجنفاص) . وبعد الانتهاء من المرحلة الاولى للفك ينتقل الى المرحلة الثانية الاكثر صعوبة وجهدا - تفكيك الملفات . وتنفذ العمليات الاساسية لتفكيك الملفات حسب التعاقب التالى :

تزال الصبالم الرأسية وتفك صواميل براغى الشد وترفع عوارض النير للموصل المغناطيسى ويفكك النير العلوى للموصل المغناطيسى مع ربط ووضع رزم الصفائح فى ترتيب يكون معه من السهل وضعها



عند حشو النير العلوى . وتفك فيما بعد وصلات الملفات وتزال اطراف  
الاخراج ويتم اخراج القطع الخشبية والكرتونية المؤسفة لملفات  
الفلطيات العالية والمنخفضة وتنزع الملفات عن القضبان باليد (ملفات  
المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٦٣ كيلوفلط أمبير) او بواسطة  
آلية رفع (ملفات المحولات ذات الاستطاعة ١٠٠ كيلوفلط أمبير  
واكثر) بدءا من ملفات الفلطية العالية ومن ثم ملفات الفلطية  
المنخفضة .

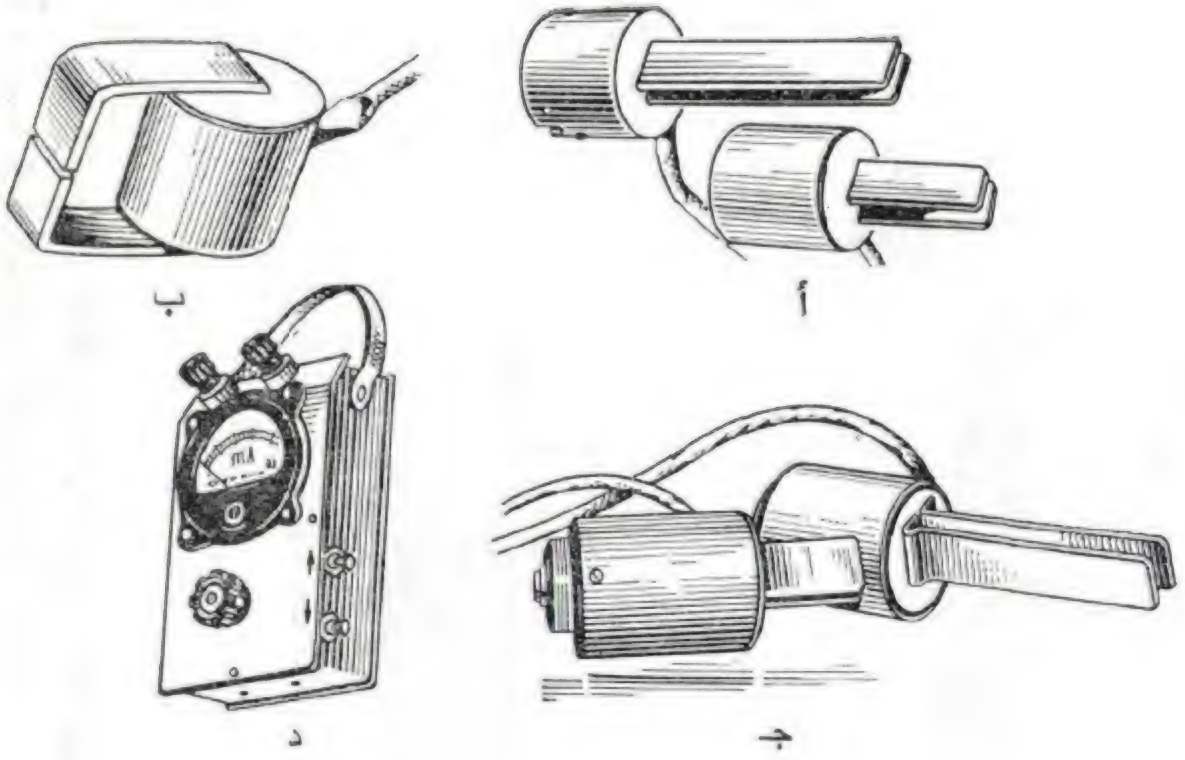
وعند تحديد عيوب الملفات من الصعب عادة تحديد مكان  
التقصير بين الملفات . ويستخدم لهذا الغرض فى العديد من مؤسسات  
الاصلاح الكهربائى طقم اجهزة (الشكل ٦٠) مكون من باحث  
ومؤشر ومغذ .

والباحث هو عبارة عن وشيعة عديدة اللفات ملبسة على قلب  
بهيئة  $\Pi$  (باحث الوحدات ، الشكل ٦٠ ، أ) او ملبسة على قلب  
بهيئة حرف C يكون طرفاه مفصولين بشق ضيق (باحث الشقوق ،  
الشكل ٦٠ ، ب) .

وينجز المغذى بنوعين : على هيئة بنيان الوحدات ومماثل  
لباحث الوحدات ولكن بوشيعة ذات قدرة اكبر وبزرر على طرفها  
للتشغيل لفترة قصيرة (الشكل ٦٠ ، ج) وعلى هيئة بنيان قضيبى هو  
عبارة عن قضيب طويل بلفات مستمرة ملفوفة على طوله .

ويتكون المؤشر (الشكل ٦٠ ، د) من ميكروأمبير متر مركب  
فى جسم واحد مع مقوم (Rectifier) ومقوى (Amplifier) وضابط  
حساسية (sensitivity control) .

ويقام لاطهار التقصير فى الملفات احادية السلك ذات الوحدات  
بتوصيل المغذى القضيبى ٢ بشبكة كهربائية ذات فلطية قدرها ٣٦

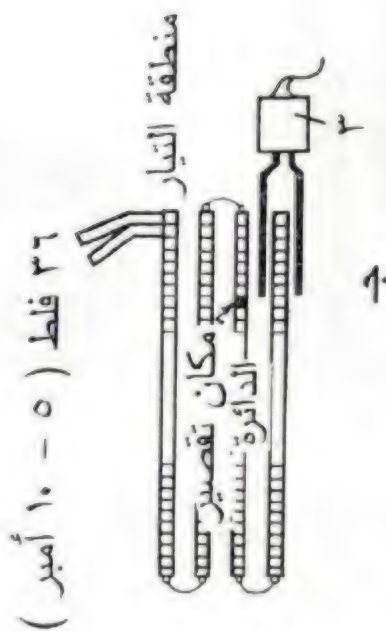
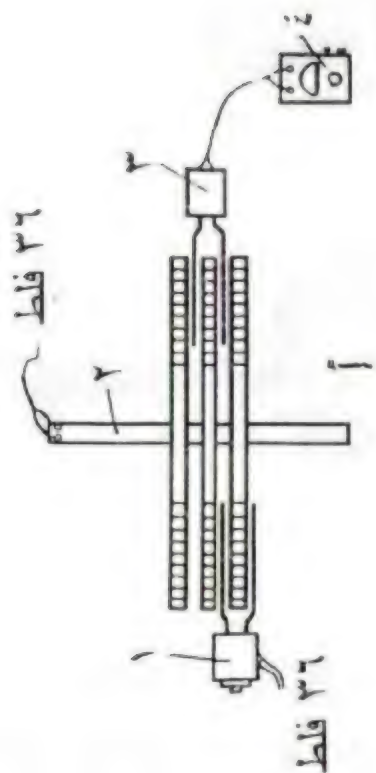


الشكل ٦٠ . طقم اجهزة لتحديد مكان تقصير اللفة في الملفات :  
أ و ب - باحث وحدات و باحث شقوق ، ج - مغذى وحدات ، د - مؤشر

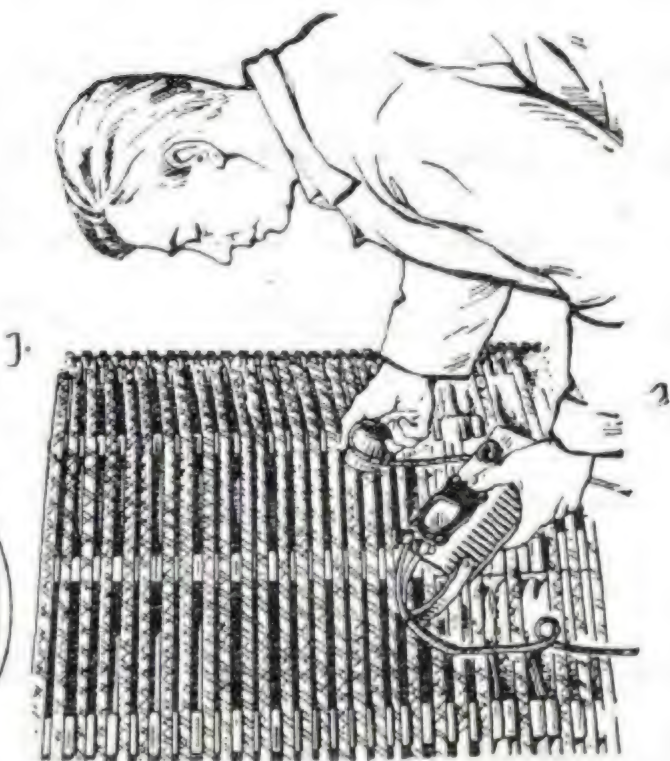
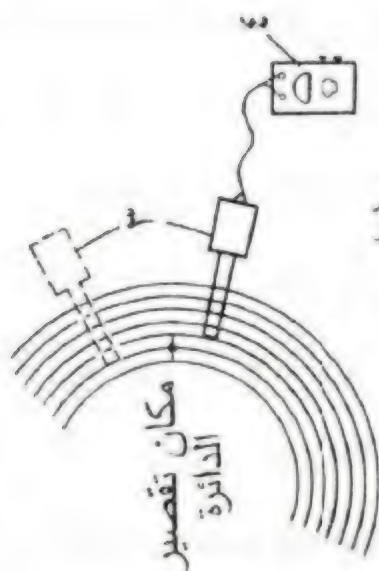
أو ١٢٠ أو ٢٢٠ وادخاله في الملف الجارى فحصه كما هو مبين في الشكل ٦١ ، أ ومن ثم يتم ادخال الباحث ٣ من الجهة المعاكسة للمغذى بالتناوب في كل وحدة من وحدات الملف . ويتم اكتشاف الوحدة ذات العيب بالانحراف الحاد لمؤشر الجهاز .

ولتحديد مكان التقصير في الاتجاه الشعاعى (النصف قطرى) (الشكل ٦١ ، ج) يلزم ادخال الباحث ببطء في الوحدة المجاورة لتلك المعطوبة (العلوية او السفلية) مع مراقبة قراءة مؤشر الجهاز . وعلى قدر دخول نهايات الباحث في عمق الملف تزداد قراءات المؤشر وتبلغ القيمة القصوى عندما تصبح نهايات الباحث فوق او تحت الملفات المقصرة . ويصبح من السهل تحديد رقم اللفة المقصرة وذلك بمعرفة عمق ادخال الباحث وعرض لفات الملف (النحاس) . ويكشف الجهاز مكان الملفات المقصرة في الملفات مهما كان قطرها .





فلط ( ١٠ - ٥ ) أمبر



الشكل ٦١ . تحديد مكان تقصير الملفات في ملفات محولات القوى بواسطة طقم الاجهزة :

أ و ب - في الاتجاهين الرأسى والافقى للملف ، ج - في الاتجاه الشعاعى (النصف قطرى) ، د - وضع عامل التشغيل ؛  
و ٢ - مغذى وحدات وآخر قضيبى ، ٣ - باحث ، ٤ - مؤشر

وعند فحص الملفات الاسطوانية احادية الطبقة يجرى امرار تيار متردد (٥ - ١٠ أمبير) فى احد اطراف الاخراج من اى مصدر يسمح بضبط الفلطية ، ومن ثم يحرك باحث الشقوق (انظر الشكل ٦٠ ، ب) باتجاه نحو طرف الاخراج الجارى تغذيته . وسوف تشير أول اكبر قراءة للجهاز الى «الحد الفاصل» للتيار .

وبعد تحديد «الحد الفاصل» للتيار يجب تحريك باحث الشقوق قدما باتجاه سير اللفات الى لحظة هبوط قراءة الجهاز . وسوف يكون مكان تقصير اللفة واقعا فى نفس الاتجاه الرأسى الذى تقع فيه نقطة هبوط قراءات الجهاز ولكن بلفة سلك واحدة اعلى منها . وتستخدم هذه الطريقة للملفات مهما كان عدد لفاتها .

ويجرى فحص الملفات ثنائية الطبقة بنفس التعاقب المستخدم للملفات ذات الوحدات . وفى هذه الحالة ، اذا قام مؤشر الجهاز بالانحراف عندما يكون الباحث واقعا فى اسفل الطبقة العليا فان التماس قد يكون حاصلا اما فى الطبقة الداخلية اما فى مكان الانتقال من طبقة الى اخرى .

ولفحص الملف عديد الطبقات يستخدم المغذى القضيبى الموصول بشبكة تيار متردد والموضوع بداخل الملف الجارى فحصه بتماثل مع طول الاخير . ويجرى البحث عن مكان تماس اللفات كما يلى : يحرك باحث الشقوق على السطح الخارجى للملف مع المحافظة على توازى شق الجهاز مع خط اللفات ومن ثم يعين الحد الفاصل «لمنطقة التيار» (الشكل ٦١ ، ج) أى جزء الملف المناسب عليه تيار التماس . وستكون قراءات الجهاز هى القصوى فى مركز منطقة التيار . وستختفى على الحد الفاصل لمنطقة التيار وهى آخذة بالتلاشى بتماثل .



ويشاهد في الشكل ٦١ ، د وضع عامل التشغيل وكذلك توزيع الاجهزة اثناء اجراء الاختبارات .

### البند ٢٦ . اصلاح وتجهيز الملفات

اعادة عزل سلك اللف . يعاين الملف الداخلى الى حيز الاصلاح لتدقيق ابعاد الاضرار وكذلك لتحديد طرق الاصلاح والمواد والمعدات اللازمة لهذا الغرض .

وهنا يجرى كذلك التأكد من امكانية اعادة استعمال سلك اللف والقطع العازلة للملف المعطوب . ان ترميم العازل واعادة استعمال سلك اللف المنزوع عن الملف المعطوب جائز فى كثير من الاحيان وينبغى استغلال هذه الامكانية. وبما انه توجد فى الوحدات الكهربائية اجهزة حديثة للحماية بالمرحل والاوتمومات فانه من النادر ان يحصل انهيار كلى للملفات وذلك لان المحول ، كقاعدة ، ينفصل بالحماية فى مرحلة نشوء العطب بينما يتبين ان عازل لفات سلك اللف وحده معطوب من جراء الخرق الكهربائى وليس السلك نفسه .

ويمكن ايضا اعادة استعمال السلك المنزوع عن الملف بعد ترميم عازله بواسطة اعادة العزل وذلك عند ادخال الملفات الى حيز الاصلاح وبها دلائل الاهتراء الشديد (العتق) لعازلها نتيجة العمل الطويل فى ظروف التسخين المتكرر ولفترات طويلة .

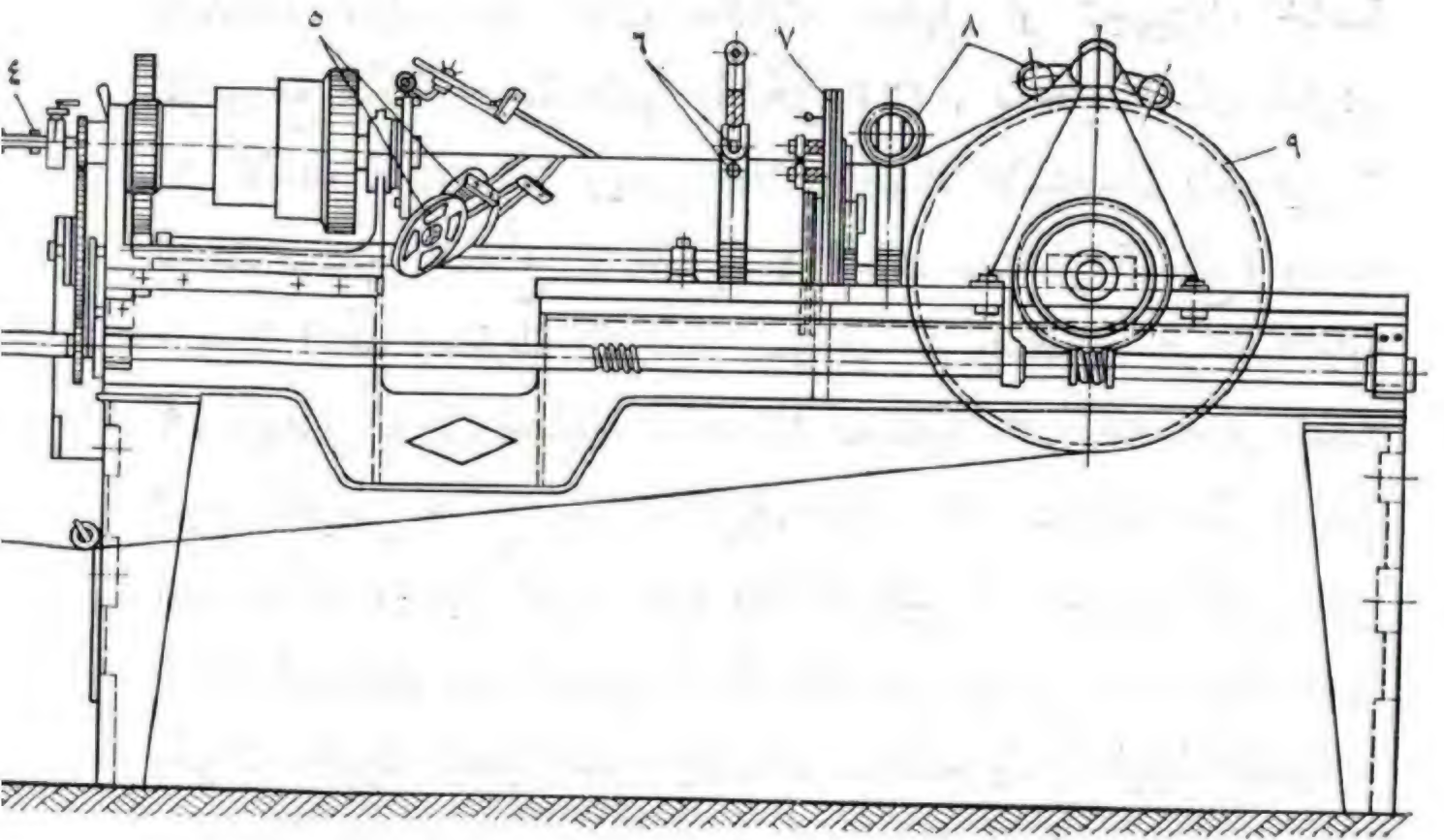
وتكون عملية اعادة عزل السلك المنزوع عن الملف من عمليات ازالة العازل القديم عنه والتلدين والاستبدال والتغليف بعازل جديد . ويقام بتلدين وتنظيف سلك اللف القديم بالتسخين فى فرن عند درجة حرارة تبلغ ٥٠٠ - ٦٠٠ °م ومن ثم بالغسل فى ماء ساخن .

وتستخدم لعزل سلك اللف مكينات تجديد أو تجهيزات خاصة تتوافق مع مكنة خراطة عادية (الشكل ٦٢) . يسحب السلك العارى من الاسطوانة الدوارة ١ ويمرر خلال تجهيزة الاستبدال (الدرافيل ٢ للسلك مستدير المقطع أو القالب ٤ للسلك مستطيل المقطع) وعمود الدوران النافذ للمخرطة والدرافيل الموجهة ٨ واسطوانة القيادة الدوارة ٩ ، ويوصل به الى اسطوانة الاحتكاك المستقبلية ٣ . وعند امرار السلك تقوم الاقراص ٥ مع بكرات الورق العازل اثناء دورانها حول السلك بعزله وذلك بتجديل الورق عليه واما الدرافيل ٦ فتقوم بالكبس على السلك المجدول واما التجهيزة ٧ المكونة من اقراص دوارة مثبتة عليها بكرات الخيوط القطنية فتقوم بلف السلك المعزول بالخيوط القطنية ، مثبتة على هذا النحو طبقة الورق العازل على السلك .

وتستخدم الالياف القطنية والحريرية والزجاجية والالياف الكيميائية الصناعية وشرائط من ورق الكابلات أو التليفون بعرض ١٠ - ٢٥ مم وبسمك ٠,٠٥ - ٠,١٢ مم كمواد عازلة . ويلف الشريط الورقى على السلك لولبيا (بزاوية ٤٥°) مع تراكب اللفات بثلاث أو بنصف عرض الشريط . ويلف الورق الرقيق على السلك الجارى عزله بطبقتين أو بثلاث ، على ان توضع الطبقة السفلى (الاولى) بحيث تبقى فسحة بين اللفة والاخرى مقدارها ٠,٥ - ٠,٨ مم أو بحيث تتلاقى (تتناكب) اللفات ، واما الطبقة العلوية فتوضع مع تراكب اللفات بنصف عرض الشريط . وتلصق قطع الشريط العازل ببعضها البعض وكذلك على نهايات السلك المجدول بواسطة الورنيش الباكليتي .

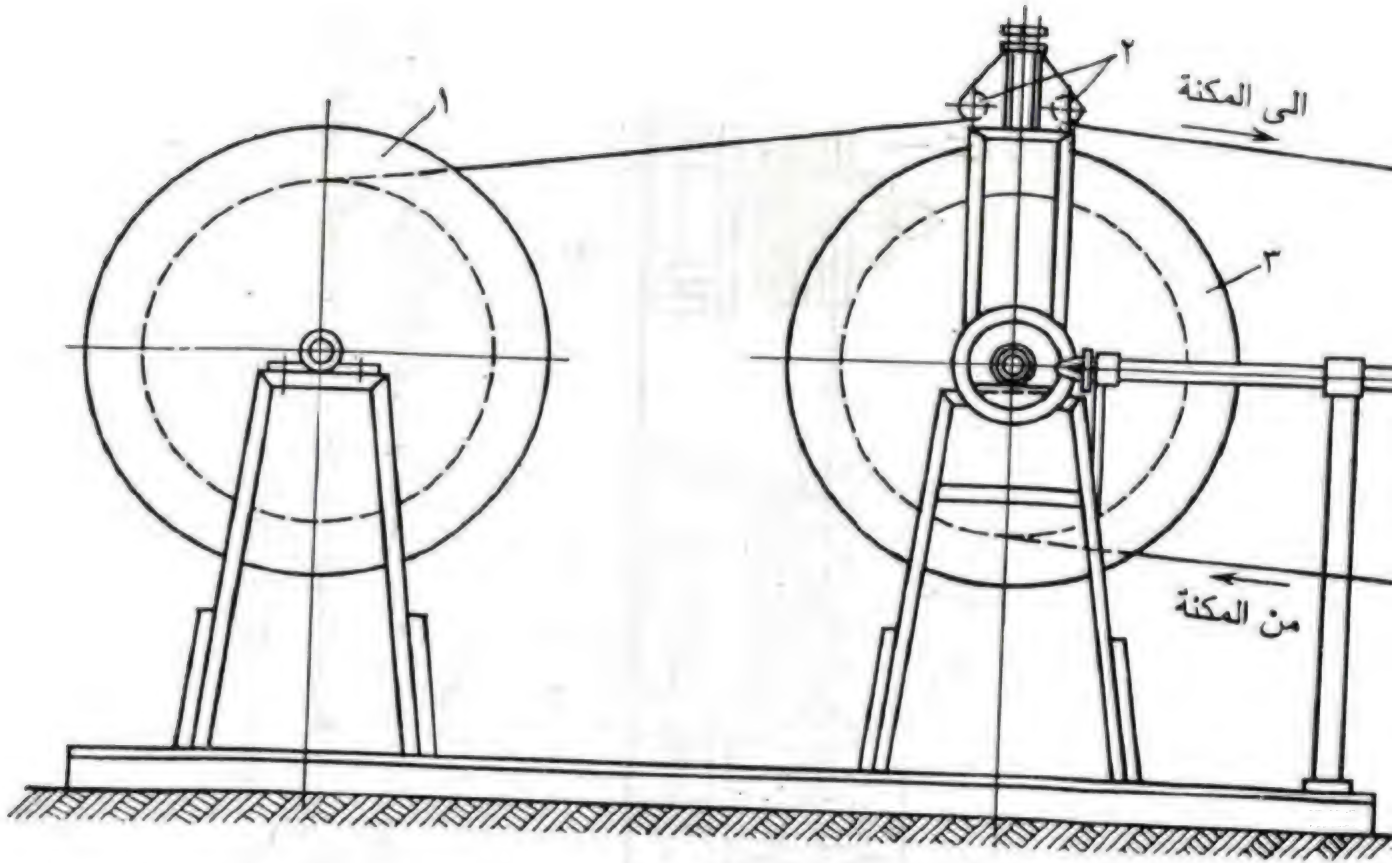
وتتكون المكنة الخاصة بلف الورق (الشكل ٦٣) من اسطوانة مستقبلية دوارة ١ مثبتة على تجهيزة الاستقبال ٢ مع آلية ادارة احتكاكية





الشكل ٦٢ . تجهيزة لعزل اسلاك الملفات بواسطة مكنة الخراطة :

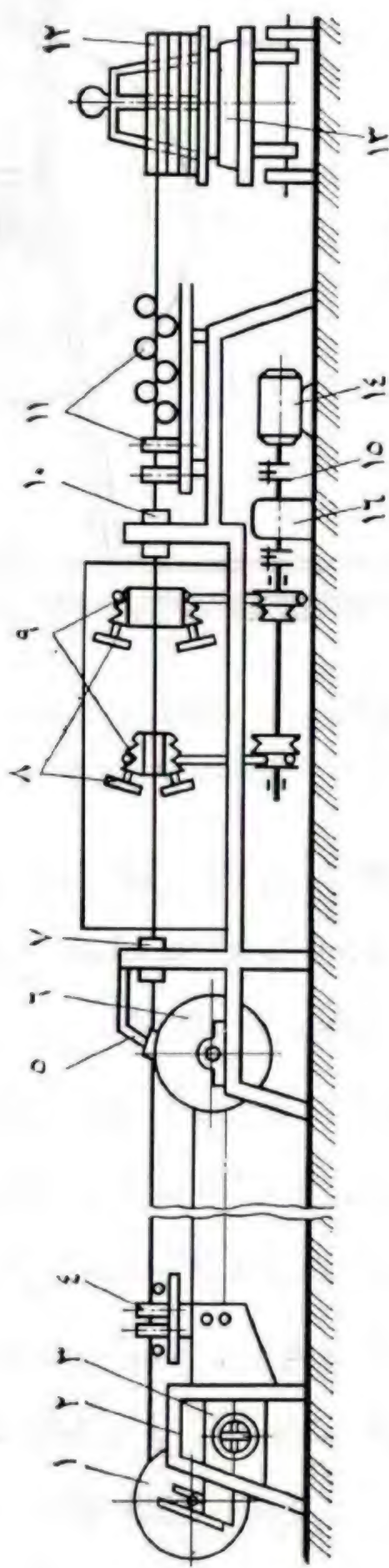
٣ موصولة باسطوانة السحب ٦ بسيور نقل الحركة . ويمر السلك  
المجدول المنفلت عن البكرة ١٢ الواقعة على عربة النقل ١٣ خلال  
تجهيزة الاستبدال ١١ والجلبة ١٠ ومراكز لف الورق ٩ مع بكرات  
الورق ٨ المثبتة عليها و جلبة الخروج ٧ . وبعد اجتياز السلك لهذا  
المسار بسرعة ٢٠ م/دقيقة فانه يستعدل وينجدل بالشريط الورقي  
ويلف بواسطة ممدد السلك ٤ بانتظام وبصفوف متراصة على الاسطوانة  
المستقبلة ١ . وتدار المكنة بآلية الحركة المكونة من المحرك الكهربائي  
١٤ الموصول مع مخفف السرعات ١٦ بالقارنة ١٥ . وتكون تجهيزة  
الاستقبال واسطوانة السحب موصولتين بآلية حركة المكنة بجزير  
نقل الحركة واما مراكز لف الورق فتكون موصولة بسيور نقل الحركة .



١ و ٣ و ٩ - اسطوانات دوارة ، ٢ - درافيل استبدال ، ٤ - قالب استبدال ،  
٥ - اقراص ، ٦ و ٨ - درافيل كابسة وموجهة ، ٧ - تجهيزة تجديد

وسيكون سلك اللف القديم متكافئاً مع السلك الجديد نوعياً عند التنفيذ الصحيح لعمليات اعادة العزل .  
وتدخل حيز الاصلاح محولات باعطال مختلفة . وفي بعض المحولات يحدث وان يكون عازل الملفات هو المتضرر فقط واما في غيرها فتكون اسلاك اللف متضررة (منصهرة) . وعند الحادث الذي يتسبب في احتراق السلك ولو جزئياً ، يسوء العازل بوحدة عند جزئه الغير متضرر أيضاً . ويقام باصلاح الملفات التي احترقت فيها الاسلاك والعازل في قطاعات غير كبيرة في بعض الحالات فقط بطريقة اعادة اللف الجزئي . بيد ان هذا الاصلاح مرتبط بصعوبة ازالة الجزء المتضرر من الملف وبلف وحدات جديدة





الشف ٦٣ . مخطط مكنة خاصة بلف الورق :

- ١ و ٦ - اسطوانتا الاستقبال والسحب ، ٢ و ٣ - تجهيزتا الاستقبال والاستعداد ، ٤ - ممدد السلك ،  
 ٥ - درفيل كبس ، ٧ و ١٠ - جلبات ، ٨ - بكرات الورق ، ٩ - مراكز لف الورق ، ١٢ - بكرة السلك ، ١٣ - عربة  
 النقل ، ١٤ - محرك كهربائي ، ١٥ - قارنة ، ١٦ - مخفض سرعات

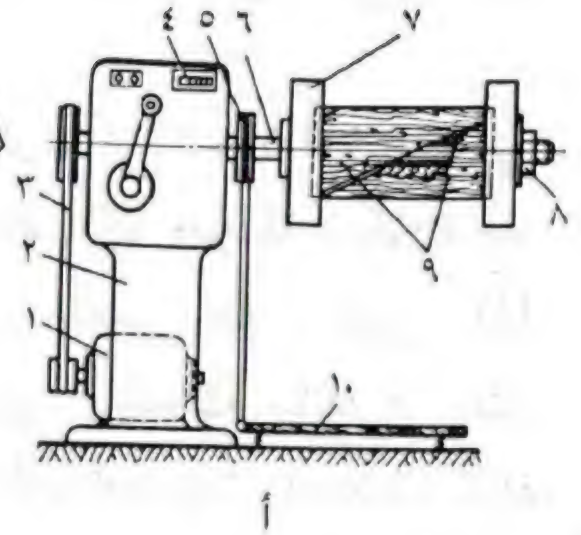
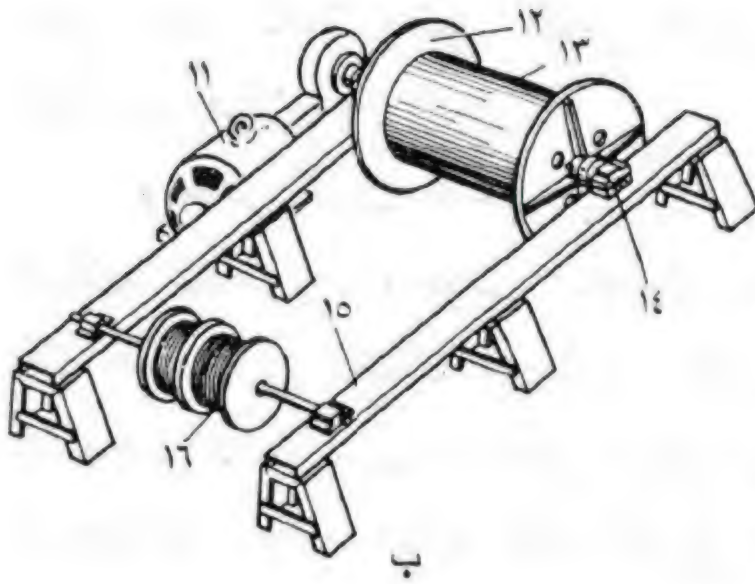
(وفي هذه الحالة يختل تكامل الجزء الغير متضرر من الملف الجارى اصلاحه) .

ويجدر كذلك الاخذ بعين الاعتبار ، عند اعادة اللف الجزئى للملف المتضرر ، وجوب استعمال مواد عازلة وموصلة متكافئة مع تلك المواد التى سلمت فى الجزء الغير متضرر منه . وليس هذا بالامكان دائما بسبب انعدام المواد التى استعملت سابقا فى بناء المحولات . وعند اعادة اللف الجزئى فان امكانيات استعمال مواد عازلة جديدة بجودة اكثر تكون محصورة بسبب احتمال الاختلال بوحدة (تكامل) عازل الملفات .

لقد تبين من تشغيل المحولات ذات الملفات التى اعيد لفها جزئيا بان طول فترة عملها أقصر بمرتين او ثلاث مما هو فى المحولات ذات الملفات التى اعيد لفها كليا . ولذا فانه من المناسب فى كل حالة ، عند ضرورة اصلاح الملفات المتضررة جزئيا ، وضع حل لمسألة امكانية استبدالها بملفات اعيد لفها من جديد .

لف الملف الجديد . يقام بانجاز لف (تجهيز) الملف الجديد حسب نموذج الملف المتضرر او يستعان بحسابات ورسومات الملف . ويقام بلف الملف الجديد على مكناات اللف ، التى يعتمد اختيارها على ابعاد وتصميم الملف . وتقسم مكناات اللف تبعا لوضع خط محور الدوران الى مجموعتين اساسيتين : ذات محاور دوران افقية ورأسية . وللقيام بلف ملفات المحولات ذات الاحجام III - I تستخدم عادة مكناات لف ذات محاور دوران أفقية ، واما للمحولات ذات الحجم IV فما فوق فتستخدم مكناات لف ذات محاور دوران افقية او عمودية على حد سواء . ويرد ادناه وصف





الشكل ٦٤ . مكنت لف ملفات محولات القوى :

أ - كابولية ، ب - سقالية ؛ ١ و ١١ - محركات كهربائية ، ٢ - حامل ، ٣ - ناقل حركة بالسيور ، ٤ - عداد ، ٥ - قارنة وصل ، ٦ - عمود دوران المكنة ، ٧ - قرص من التكتوليت ، ٨ - صمولة ، ٩ - اسافين الشبلونة ، ١٠ - دواسة (بدال) ، ١٢ - قرص من الصلب ، ١٣ - شبلونة قابلة للنزع ، ١٤ - كرسي تحميل خشبي قابل للنزع ، ١٥ - هيكل ارتكاز من عوارض بمقطع على هيئة قناة من الصلب ، ١٦ - اسطوانات دوارة مع سلك اللف

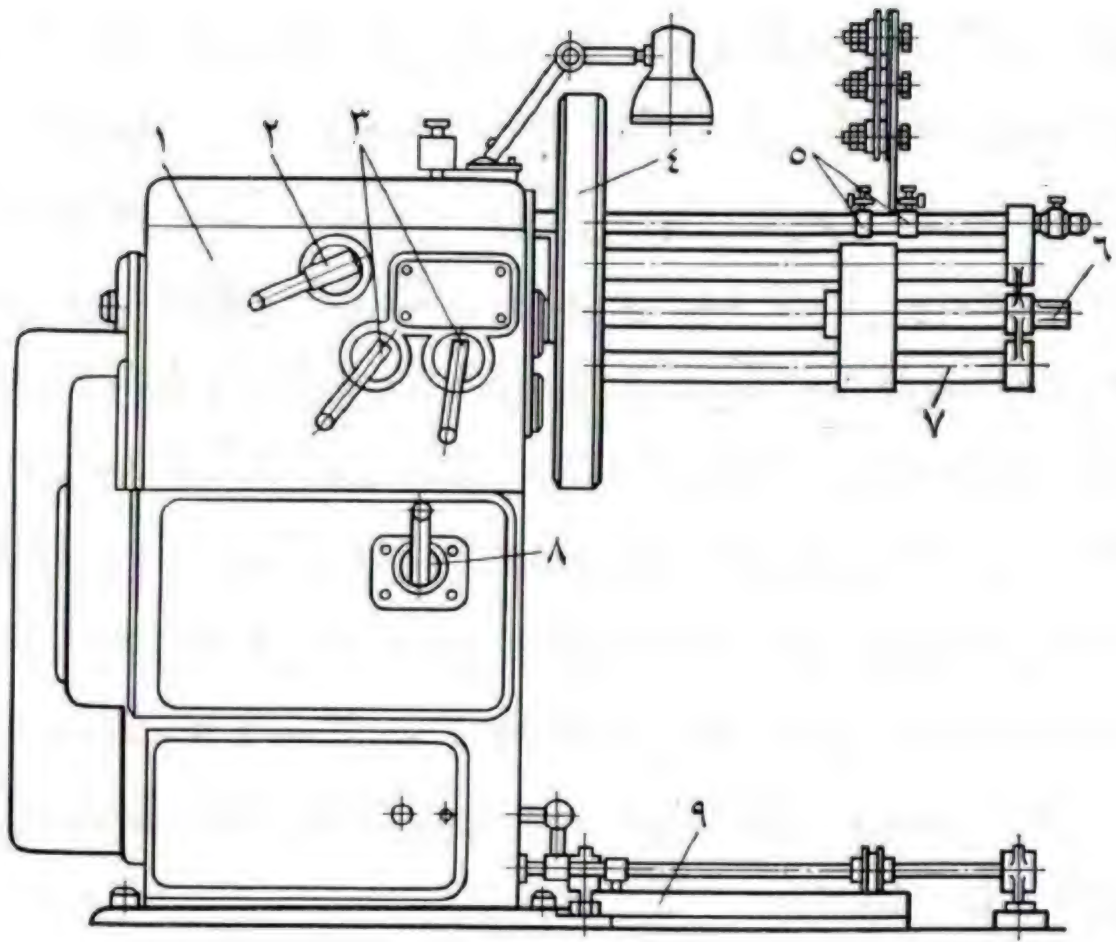
مختصر لتركيبات اجهزة ومكنت لف ذات محاور دوران افقية .  
ان مكنة اللف ذات التصميم الكابولي مع الشبلونات الخشبية  
مخصصة لللف ملفات المحولات ذات الاحجام I و II . واما  
مكنة اللف السقالية مع الشبلونات الفولاذية القابلة للفك فتستخدم  
للف ملفات المحولات ذات الاحجام II و III .

وتتكون مكنة اللف ذات التصميم الكابولي (الشكل ٦٤ ، أ)  
المستخدمة لللف ملفات المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٦٣٠  
كيلوفلط أمبير من محرك كهربائي ١ مركب على الحامل ٢ ومثبت  
على عمود دوران المكنة ٦ لشبلونة اللف المكونة من اسفينين خشبيين  
متقابلين ٩ مضغوطين بين القرصين ٧ المثبتين بالصمولة ٨ . ويبين

العداد ٤ عدد الدورات التي يقوم بها عمود الدوران وبالتالي كمية  
اللفات الملفوفة . ان وجود اسافين متقابلة في الشبلونة يتيح نزع  
الملف الجاهز عنها بسهولة ؛ ويكفى لهذا الغرض فك الصمولة ٨  
والتفريق بين اسافين الشبلونة . ويجرى بدء تشغيل وايقاف دوران  
الشبلونة بالدواسة (البدال) ١٠ الموصولة ميكانيكيا مع قارنة الوصل ٥ .  
ويوجد لمكنة اللف السقالية (الشكل ٦٤ ، ب) هيكل ارتكاز  
١٥ بعوارض من الصلب وشبلونة ١٣ ومحرك كهربائي ١١ مع مخفض  
سرعات . والشبلونة هي عبارة عن اسطوانة ذات شق مجهزة من صفائح  
الصلب بسمك ١,٥ - ٢ مم . وهناك شريحة خشبية مركبة ومثبتة في  
شق الاسطوانة حيث يقام بنزاعها بعد انتهاء اللف ويسهل على هذا  
النحو نزع الملف الجاهز عن الشبلونة . ويضغط على الشبلونة  
بقرصين من الصلب ١٢ مركبين على عمود من الصلب ومثبتين عليه  
بصمولة . وتوجد في الاقراص شقوق شعاعية (نصف قطرية) بيضوية  
الشكل ، موزعة بمسافات متساوية عن بعضها البعض . وتركب في  
شقوف الاقراص كامات تستخدم لتثبيت الشبلونة عليها . ان وجود  
الشقوق مع الكامات في الاقراص يسمح بتثبيت شبلونات عليها  
بمختلف الاقطار وبالتالي بلف ملفات لمحولات تصل استطاعتها الى  
٤٠٠٠ كيلوفلط أمبير ضمنا .

ان مكنة اللف الظاهرة في الشكل ٦٥ هي الاكثر حداثة وتتكون  
من : الرأس الامامي الثابت ١ مع المقابض الموزعة عليه ٢ لفصل  
عمود الدوران و ٣ لتبديل سرعة الدوران و ٨ للعكوس اليدوي للقفص  
الحامل ؛ القرص الامامي ٤ ؛ القفص الحامل ٧ مع آلية العكوس ؛  
المساند ٥ للوضع على نظام العكوس الاوتوماتي ؛ دواسات ٩ للتحكم



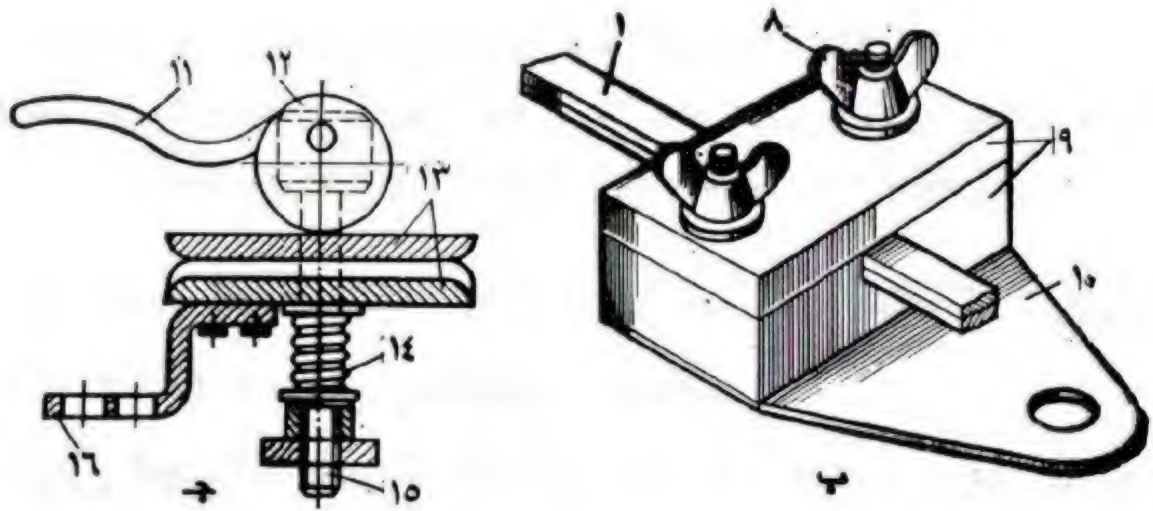
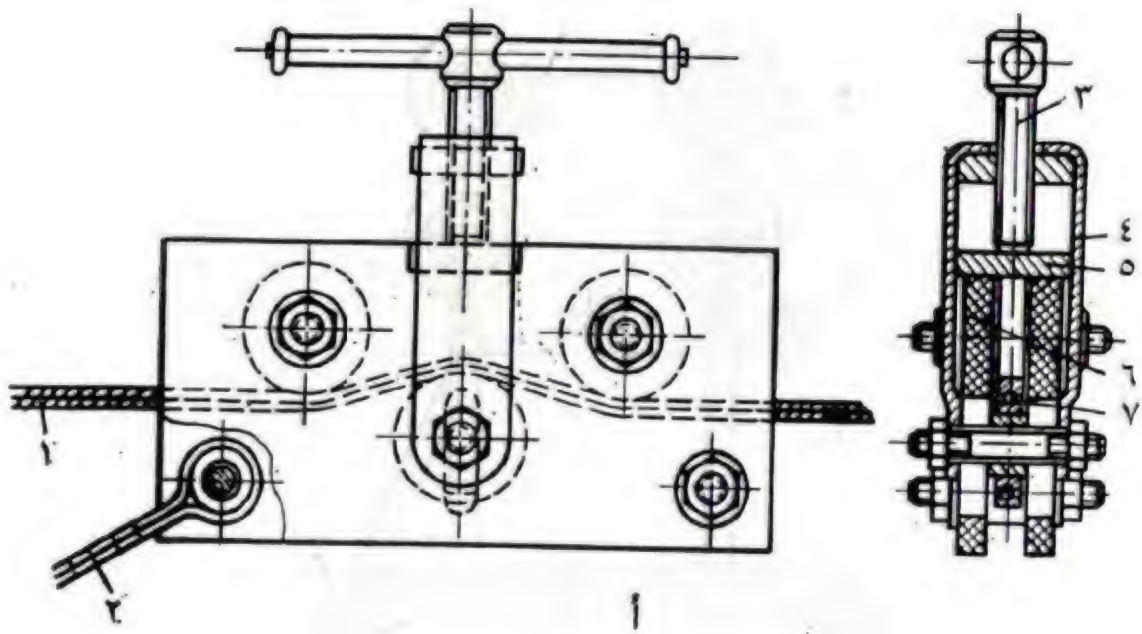


الشكل ٦٥ . مكنة محسنة لللف ملفات محولات القوى :

١ - المجموعة الامامية للرأس الثابت ، ٢ - مقبض فصل عمود الدوران ، ٣ - مقابض  
تبدیل سرعة الدوران ، ٤ - قرص امامی ، ٥ - مساند للوضع على نظام العكوس  
الآوتوماتی ، ٦ - مربعة لنقل القفص الحامل للمتحرك الذاتى يدويا ، ٧ - القفص  
الحامل وآلية العكوس ، ٨ - مقبض العكوس اليدوى للقفص الحامل ، ٩ - دواسة  
التحكم فى القارنة الاحتكاكية

فى القارنة الاحتكاكية بالقدم . وتستخدم المربعة ٦ لنقل القفص  
الحامل للمتحرك الذاتى يدويا .

وبفضل وجود القارنة الاحتكاكية المخروطية التى يجرى  
تشغيلها بالدواسة ٩ بالقدم ، يتم ضمان الشد التدريجى لسلك اللف  
ووضع الملفات بانتظام اثناء عملية تجهيز الملف . ان التحكم  
فى المكنة بالقدم يسمح بتحرير العامل ، المشغول بوضع لفات

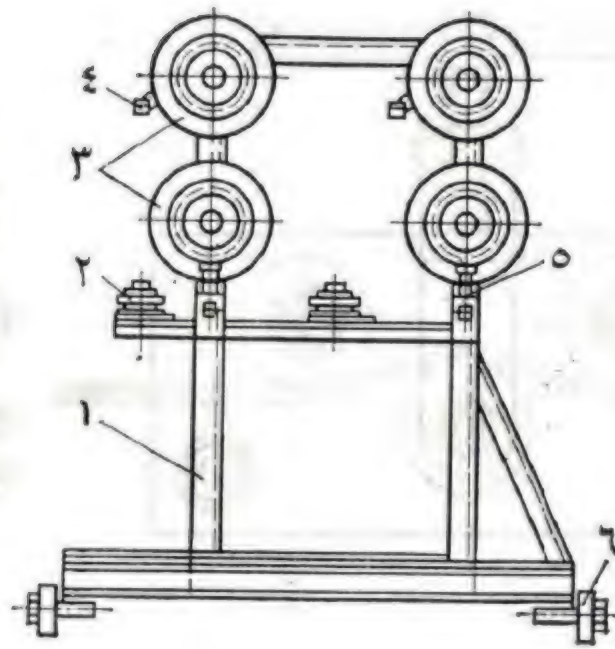


الشكل ٦٦ . مشدات لتأمين شد السلك عند لف الملفات :  
 أ - لولبي ، ب - ملزمي ، ج - مختلف المركز (لامتمركز) ؛ ١ - سلك اللف ،  
 ٢ و ١٦ - قطعة وحامل تثبيت المشد ، ٣ - برغي شد ، ٤ - قامطة ، ٥ و ١٣ -  
 شرائح سند وفرملة ، ٦ - ملاطم ، ٧ - كرسي تحميل ذو كريات ، ٨ - برغي مع  
 صمولة مجنحة ، ٩ - شفاه شد ملزمية من التكستوليت ، ١٠ - قاعدة المشد (صفيحة  
 من الصلب بسمك ٣ مم) ، ١١ - مقبض ، ١٢ - قرص لامتمركز ، ١٤ -  
 زفرك ، ١٥ - برغي عادي

الملف ، من ضرورة تحويل الانتباه مباشرة عن اللف الى التحكم  
 في الممكنة يدويا .

وتزود مكينات اللف بالشبلونات وبمعدات الشد وبحوامل مع  
 اجهزة الشد للاسطوانات مع اسلاك اللف .





الشكل ٦٧ . حامل مع تجهيزة فرملة لضبط شد سلك اللف :  
 ١ - هيكل ، ٢ - جلبة موجهة كروية ، ٣ - درافيل علوية وسفلية ، ٤ -  
 ماسك مع جلبة ، ٥ - فرملة قابلة للضبط ، ٦ - عجلة

وتستخدم لضبط شد اسلاك اللف عند لف الملفات تجهيزات  
 (مشدات فرملة) وحوامل بمختلف التصميم .  
 وعلى تجهيزات الفرملة (الشكل ٦٦ ، أ و ب و ج) ان تؤمن  
 الشد القابل للضبط وعدم الاضرار بعازل الاسلاك ، وعند لف  
 الملفات اللولبية ان تسمح بالاستبدال السريع لوضع الاسلاك بالنسبة  
 لبعضها البعض اثناء انجاز المواضع الانتقالية للمجموعات والعامدة  
 منها ، وان توجد لها عند لف الملفات المستمرة تجهيزة للفرملة  
 الجاسئة عند شد الوحدات ببعضها .

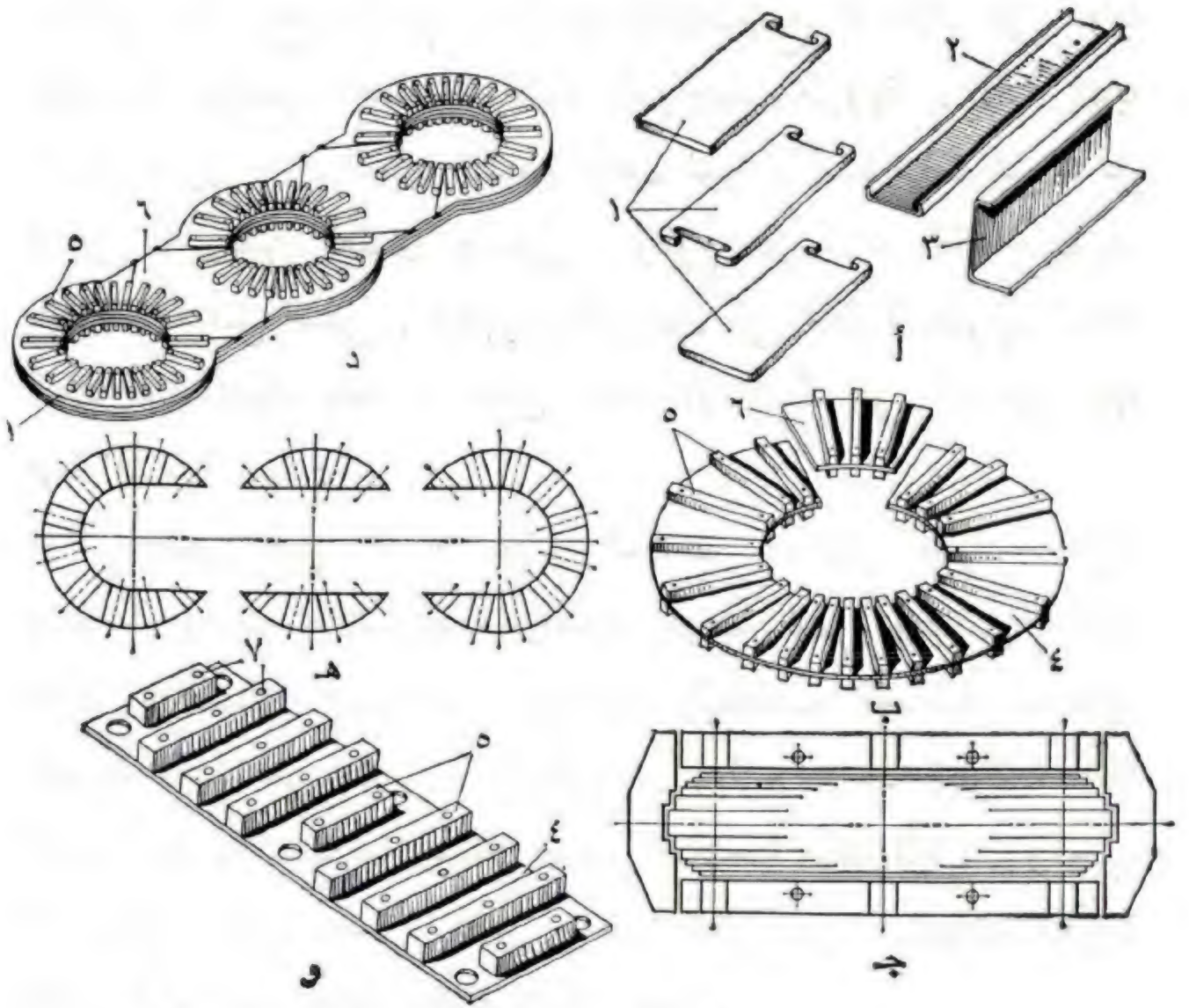
ويتكون الحامل مع تجهيزة الفرملة (الشكل ٦٧) من : هيكل  
 ملحوم ١ مركب على اربع عجلات ٦ قادرة على التحرك بموازاة  
 شبلونة مكنة اللف ؛ جلبات موجهة كروية ٢ ، قادرة على التارجح  
 في اوقابها ؛ درافيل ٣ مع قنوات ؛ مواسك ٤ مع جلبات ؛ فرامل  
 قابلة للضبط ٥ . والحامل معد لبكرتين من اسلاك اللف مستديرة

المقطع بقطر يبلغ ٣ مم . وتركب البكرات مع الاسلاك على دوامة مخروطية وتوضع تحت الجلبات الموجهة الكروية . واما نهاية السلك فتمرر خلال الجلبة الكروية وتلف لمرة او لعدة مرات على شكل 8 على الدرفيلين العلوى والسفلى . وتقوم الفرملة ٥ القابلة للضبط بايقاف الدرفيل السفلى . ويجرى الحصول على الشد المطلوب لسلك اللف عند القيام بلفه ، بتغيير عدد الاناشيط على الدرافيل وقوة فرملة السفلية منها .

وينبغى قبل البدء بلف الملفات تحضير المواد العازلة والموصلة والادوات الموجودة وكذلك ادوات العمل والقياس اللازمة وذلك باستعمال الرسومات الهندسية والبطاقات الخاصة بتحديد العيوب وخط سير العمل والتكنولوجيا . ويلزم اعداد شبلونة مطابقة لابعاد الملف المراد لفه وكذلك فحص صلاحية مكنة اللف . ويجب ان يكون مكان عمل عامل اللف خاليا من الادوات الغريبة (الغير لازمة) وان يكون مضاء بشكل جيد .

ويقام عند تجهيز وتجميع وتركيب الملفات باستعمال الورق (الخاص بالكابلات والتليفونات) والكرتون الكهربائى وقطع خشبية كمواد عازلة وكذلك هياكل عازلة من هذه المواد (الشكل ٦٨) . وتلف اسلاك الملف عادة على اسطوانة من الورق والباكيليت ؛ ويستخدم ورق الكابلات والتليفونات على الاغلب كعازل ما بين الطبقات والكرتون كحشوات او قطع عازلة مشكلة بالمختم او ملصقة ببعضها واما الهياكل العازلة فتستعمل كعازل تعديل او عازل للنير . ويشاهد فى الشكل ٦٩ توزيع المعدات والتجهيزات عند الاستعداد للف الملفات . ان الشبلونة المعدنية (الاسطوانة) ٥ مركبة على مكنة اللف . وتكون الشبلونة ملبسة بالوردات ٣ ذات الشقوق



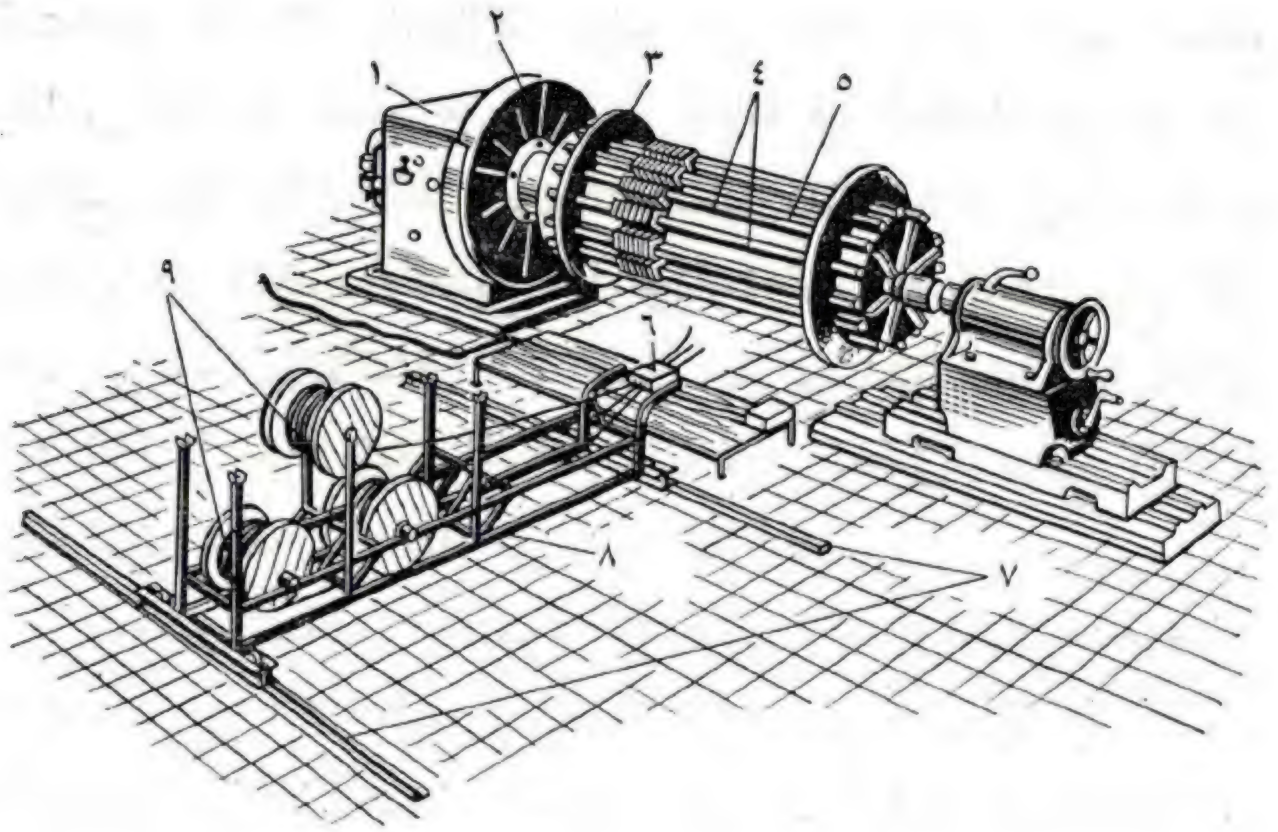


الشكل ٦٨ . عوازل مسبقة التجهيز للمحولات المملوءة بالزيت :

أ - قطع العزل ، ب - عازل النير لمحول يعمل على فلطية قدرها ٣٥ كيلوفلط بقطاع قابل للترع ، ج - عازل تعديل من شرائح خشبية ، د - عازل النير لمحول يعمل على فلطيات قدرها ١١٠ و ١٢٠ كيلوفلط ، هـ - عازل تعديل من ألواح الكرتون الكهربائي مع حشوات ملصقة عليها ، و - «قنطرة» عازلة ؛ ١ و ٥ - حشوات ، ٢ - علبة ، ٣ - لوحة ، ٤ - ورده (صفيحة) ، ٦ - قطعة مكمل ، ٧ - برشامات خشبية

المثبتة فيها القدد ٤ مع طقم حشوات تباعد من الكرتون الكهربائي . وتكون هناك سكة حديد ٧ ممددة امام مكنة اللف حيث تسير عليها العربة الناقلة ٨ مع الاسطوانات ٩ الخاصة بسلك اللف . وللحصول على الشد اللازم لسلك اللف تركيب على عربة النقل تجهيزة الشد ٦ القابلة للضبط . واما ادارة المكنة فتتم بالدواصة ، بالقدم .





الشكل ٦٩ . توزيع المعدات والتجهيزات عند الاستعداد لللف الملفات :  
 ١ - المجموعة الامامية للرأس الثابت (آلية الحركة) لمكنة اللف ، ٢ - قرص  
 امامي ، ٣ - وردة لتركيب القدد ، ٤ - قدد ، ٥ - اسطوانة من الصلب ، ٦ -  
 تجهيزة الشد ، ٧ - سكة حديد ، ٨ - عربة ناقلة ، ٩ - اسطوانات عليها اسلاك اللف

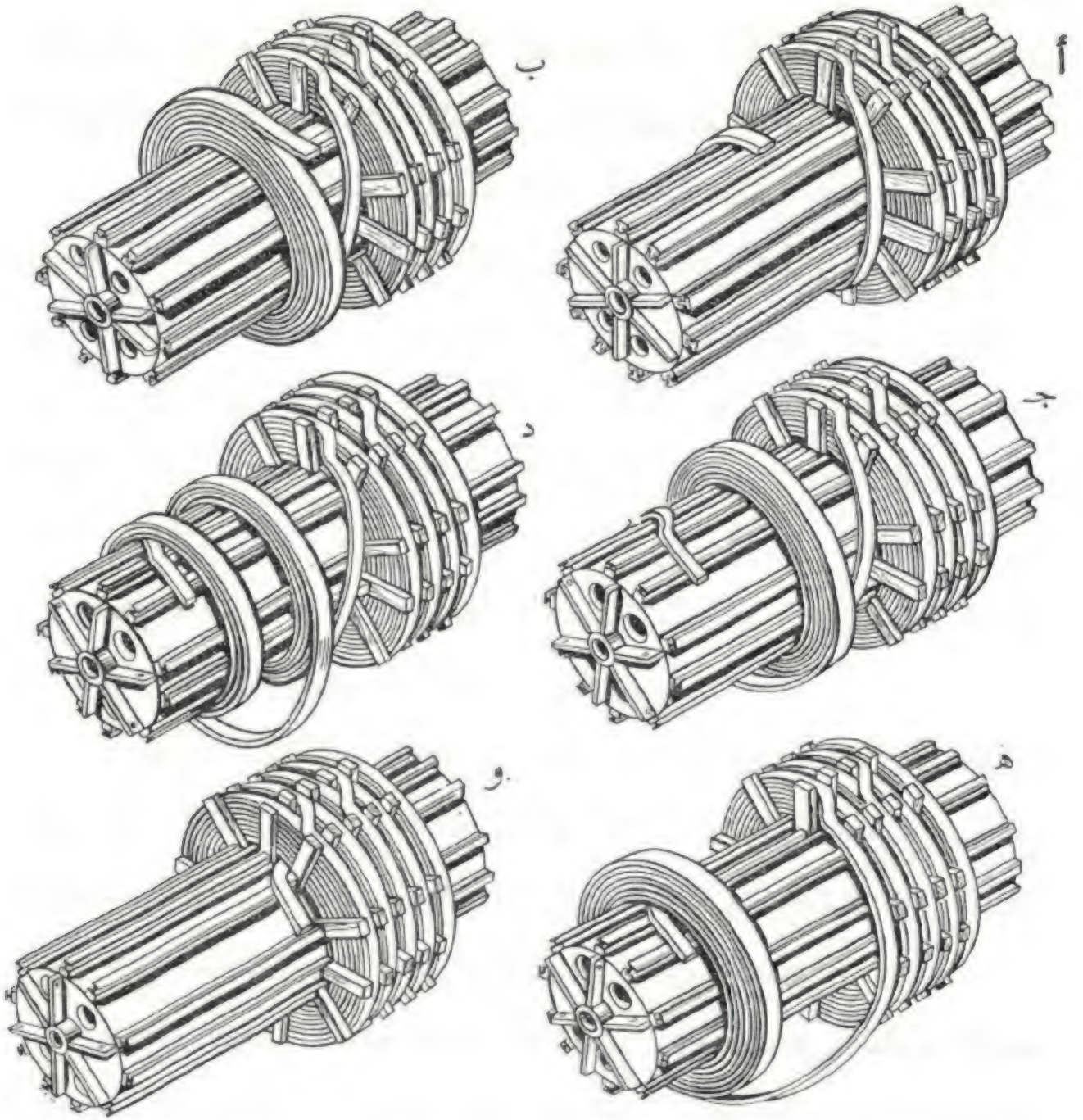
ويقوم بلف الملفات عامل اللف وليس ميكانيكى اصلاح  
 المحولات ، ومع ذلك يجب ان يكون الأخير ملما بشكل عام  
 بتكنولوجيا اعمال اللف وبالمعدات التى يتم بواسطتها اصلاح  
 وتجهيز ملفات المحولات . وبقصد التعريف على العمليات التكنولوجية  
 الاساسية لاعمال اللف يرد ادناه وصف للطريقة الأكثر شيوعا لللف  
 الملفات المستمرة فى المحولات ذات الاحجام من I الى IV .  
 ويدعى الملف بالمستمر (انظر الشكل ٣٩ ، د) لانه يجرى  
 فيه الانتقال من وشيعة الى اخرى بدون قطع السلك . وقد تكون لفات  
 الملف المستمر من سلك واحد او من عدة اسلاك متوازية . وعند



استخدام الاسلاك المتوازية عوضا عن سلك واحد كبير المقطع  
يتقلص الفقدان الناتج عن التيارات الدوامة فى الملفات ويصبح لف  
الوشائع سهلا وذلك لانه يجرى استعمال عدة اسلاك رفيعة بدلا من  
سلك واحد غليظ . ولتعديل طول ومقاومة الاسلاك وكذلك موقع كل  
منها فى مجال الانتشار المغناطيسى يجرى تبديل اماكنها (نقلها)  
عند الانتقال من وشيعة الى اخرى . ويتم تحقيق الموضع الانتقالى  
اثناء اللف عند كل نقلة من وشيعة الى اخرى .

ويبدو الملف المستمر ، من سلك واحد وبعدهد صحيح من  
اللفات ، من اكثر الملفات بساطة فى التصميم وسهولة فى الانجاز  
تكنولوجيا . ويلف الملف المستمر على قدد ، توضع على اسطوانة من  
الورق والبأكيليت او اسطوانة (شبلونة) مؤقتة (تكنولوجيا) من الصلب .  
ويباشر باللف بعد انجاز الاعمال التحضيرية وترتيب المعدات  
والاجهزة (انظر الشكل ٦٩) . تثبت نهاية السلك حسب الطول  
المطلوب فى شق الشبلونة لتركيب القدد ويرخى شد سلك اللف ومن  
ثم وبعد تشغيل مكنة اللف يباشر بلف الوشيعة المتنقلة الاولى (على  
دفعات) . ويقام فى البداية بلف (بدون شد) لفات الوشيعة المؤقتة  
(الشكل ٧٠ أ و ب) وينجز الانتقال الى الوشيعة التالية (الشكل ٧٠ ج)  
ومن ثم يجرى يدويا تنقيـل لفات الوشيعة الملفوفة مؤقتا (الشكل  
٧٠ د و هـ) ويعاد بالوشيعة كلها الى مكانها السابق وتشد اللفات  
حتى الوصول الى القياس الشعاعى (النصف قطرى) المعطى (الشكل ٧٠ و)  
و . ويتم انجاز تنقيـل لفات الوشيعة الملفوفة مؤقتا واحدة تلو الاخرى  
وفى تعاقب معاكس للـف ؛ ترفع فى البداية اللفة العليا وتوضع على  
القدد ، ومن ثم ترفع اللفة التالية وتوضع على الاولى وهلمجرا . وعندما  
يتم وضع آخر لفة (السفلية) على اعلى الوشيعة الحاصلة بعد التنقيـل





الشكل ٧٠ . عملية لف وشائع الملف المستمر من سلك واحد :

أ- انجاز الانتقال الخارجى للوشية الثابتة ولف اللفة الاولى للوشية المتنقلة ،  
 ب- لف لفات الوشية المؤقتة ، ج- انجاز الانتقال للوشية المتنقلة ، د- تنقيل  
 لفات الوشية المؤقتة ، هـ- التنقيل المنتهى لللفات الوشية ، و- وشية متنقلة  
 بانتقال داخلى للوشية الثابتة



يقام بتركيب اربعة - ثمانية مشدات خشبية (تبعاً لقطر الملف) على هيئة  $\Pi$  وذلك للحفاظ على الملفات من التساقط عند الشد . ويقام بتحريك الوشيعية ذات الملفات المنقولة الى مكانها الدائم المتاخم لحشوات التباعد ويجرى الشد بواسطة تجهيزة خاصة .

ويتم رص لفات الوشيعية اثناء عملية الشد بضربات خفيفة بمطرقة خشبية فى الاتجاهين المحورى والنصف قطرى ومن ثم تثبت نهاية الملف بضمادة من شريط التفتا . وتحرك على القدد حشوات التباعد (المشكلة لقناة بين الوشيعية الاولى والثانية) ويجرى لف الوشيعية الثابتة الثانية مع الشد اللازم للسلك ورص لفاتها . ويقام بعد اللف بتركيب مشد خشبى على هيئة حرف  $\Pi$  او ملقط - مثبت على هيئة حرف  $\Pi$  على الوشيعية ويعلم الانتقال الى الوشيعية التالية (المتنقلة الثالثة) وينجز الانتقال ويستمر فى اللف .

ويجب ان تنفذ التنقلات بدقة على الاخص ، وذلك لانها اكثر قطاعات الملف احتمالا لخرق العازل . وتثنى جميع اماكن الانتقال باداة ثنى وتعزل اضافيا : الداخلية منها بحشوة (او بعلبة) توضع على السلك من الاعلى والخارجية من الاسفل .

وتنجز الوحدة الثالثة تماما كالأولى . ويحرك فى البداية العدد المطلوب من حشوات التباعد حتى تتاخم الوشيعية الثانية وذلك بوضع لفة فوق الاخرى ؛ وبعد وضع اللفة الاخيرة ينجز الانتقال الداخلى الى الوشيعية الرابعة (الثابتة) ويجرى التنقل وشد الملفات كما هو مذكور اعلاه . وبعد وضع الحشوات بين الوشيعيتين الثالثة والرابعة يجرى لف الوشيعية الرابعة (الثابتة) وينجز الانتقال الخارجى من الوشيعية الرابعة الى الوشيعية الخامسة ويستمر فى لف الوشائع التالية وذلك بتكرار السبل التكنولوجية لللف الوشائع المتنقلة والثابتة .

لقد رأينا سابقا تكنولوجيا لف الملف المستمر المكون من سلك واحد . وعندما تكون لفات الملف المستمر مكونة من عدة اسلاك متوازية يقام بعملية اللف تماما كما فى حالة اللف بسلك واحد باستثناء اجراء التنقلات من وشيعة الى اخرى .

وغالبا ما يستعمل سلك من الالومنيوم للملفات المستمرة فى المحولات ذات الاحجام I - II واما فى المحولات ذات الاستطاعات الكبيرة فيستخدم سلك من النحاس .

ويقام بلف الملفات المستمرة للفلطيات البالغة ٣٥ كيلوفلط بسلك ذى عازل طبيعى بسلك ٠,٤ - ٠,٥٥ مم لناحيتين . واما للفلطية ١١٠ كيلوفلط فيستعمل سلك ذو عازل مقوى بسلك ١,٢ - ١,٣٥ مم . وعلاوة على ذلك توجد للملفات العاملة على فلطية ١١٠ كيلوفلط وشيعتان من كل طرف ملفوفة بسلك ذى عازل مقوى بسلك ١ر٦٨ - ١ر٩٢ مم لناحيتين وذلك للمتانة الكهربائية الاكبر . وللحماية من فرط الفلطية المحتمل الذى غالبا ما ينشأ فى خطوط نقل التيار يقام بتزويد الملف المستمر للفلطية العالية العامل على فلطية قدرها ١١٠ كيلوفلط واكثر بحماية فراغية جزئية على شكل لفات حاجبة وحلقات فراغية معدلة للمجال الكهربائى فى وشائع الادخال للملف . ويقام بوضع اللفات الحاجبة من سلك ذى عازل مقوى مباشرة على وشائع الادخال للملف واما الحلقات الفراغية فتركب مستقلة على اطراف الملف . والحلقة الفراغية هى عبارة عن حلقة مضغوطة (وردة) من الكرتون الكهربائى مغلفة بورق مفضض معدنى (ببعض التباعد للحيلولة دون اللفة المقصورة) ومعزولة بورق الكابلات . ويتم توصيل نهايات الاخراج عن اللفات الحاجبة والحلقة الفراغية باللحام القصديرى معا ومن ثم تلحم مع لفة البداية للملف .



وقد لاقت الملفات المستمرة ذات الميزات المتعددة بالمقارنة مع الملفات ذات الانماط والتصاميم الاخرى ، انتشارا واسعا فى المحولات ذات الاستطاعات والفلطيات المختلفة . والميزة الاساسية لها - الصمود الكبير للقوى المحورية الناجمة عن تقصيرات الدائرة . ويوجد للملف المستمر سطح طرفى كبير يسمح باكمال الكبس فى الاتجاه المحورى عند ارتخائه .

ويجرى لف الملفات ذات الانماط الاخرى (اللولبية مثلا) مع مراعاة المطالب التكنولوجية الاساسية المقدمة عند لف الملف المستمر . وبعد اخذ هذا بعين الاعتبار فان وصف تكنولوجيا تجهيز ملفات جديدة قد ورد فى مثال لف ملف من نمط وتصميم واحد هو الملف المستمر .

تجفيف وكبس الملف . يعرض الملف المجهز من جديد الى التجفيف ويقام لهذا الغرض مسبقا بشده (كبسه) فى شرائح خاصة والا فانه يمكن ان يتساقط (ينفلت) عند نقله الى مكان انجاز العمليات التكنولوجية اللاحقة - التجفيف والكبس .

ويجرى شد (ضم) الملف بواسطة شرائح مستديرة من الصلب فيها ثقوب وصبالم شد . ولانجاز الشد يقام بتركيب الشرائح على اطراف الملف وادخال صبالم الشد فى ثقوب الشرائح ويقام مع لف الصواميل بانتظام بشد (ضم) الملف على الصبالم بدرجة من الشدة بحيث لا ينفلت عند نقله الى مكان انجاز العملية التالية - التجفيف . والتجفيف هو عملية هامة تزيد من نوعية الملفات وتطيل من مدة استخدامها . وهو مخصص لازالة الرطوبة التى يخفض وجودها فى العازل الورقى بحددة من المتانة الكهربائية ومدة خدمته .

ويقام بتجفيف الملفات العاملة على فلطيات تبلغ ٣٥ كيلوفلط عند حرارة لا تزيد عن ١٠٥°م في غرف تجفيف عادية ، مزودة بتهوية سحب وبتسخين كهربائي او بخارى . واما تجفيف الملفات ذات الفلطية البالغة ٣٥ كيلوفلط واكثر فيجرى في غرف تجفيف تفريغية . ان افضلية هذا النوع من التجفيف قائمة على اساس انه بعد تسخين الملف ينشأ فرق فى الضغط (بفضل التفريغ فى الغرفة) بين الطبقات الداخلية والخارجية للعازل مما يساعد فى الخروج المكثف للرطوبة الى السطح وتبخرها السريع .

وفى البداية كان الملف مشدودا (مضموما) بين شرائح الشد بحيث كان بالامكان نقله فقط بدون التخوف من انفلاته . وان الشد الاقوى من ذلك للملف بالشرائح لحال دون التبخر المكثف للرطوبة من عازله . ولذا يقام بعد التجفيف باكمال كبس الملف الذى يجرى بواسطة مكبس هيدروليكي بدون نزع الشرائح او بشد الصواميل على صبالم شرائح الشد الى ان يبلغ قياس الملف فى الاتجاه المحورى القيمة المطلوبة .

ويقام بعد التجفيف والكبس باعمال تشطيبية للملف : تفحص قياساته ، يجرى التخلص من ميلان الوشائع (بواسطة اسافين) ، تقص الاجزاء البارزة من القدد والاسافين ، تعزل القطاعات المتضررة من العازل ، تجلس اماكن انتقال الاسلاك البارزة بالطرق ، توجه شرائح العازل المزاحة تحت اماكن الانتقال ، تحدد وتزال عيوب الملف الاخرى التى ظهرت اثناء اللف او التجفيف او الكبس . ويعرض الملف الجاهز كذلك بعد انتهاء اللف والتجفيف والكبس لفحوصات واختبارات مختلفة وذلك بهدف مراقبة النوعية وتحديد صحة العمليات المنجزة لتجهيزه .



ويرسل الملف الجاهز الى قسم التجميع او يوضع فى قفص خاص يحول دون تشوّهه ويرسل للحفظ فى غرفة جافة مدفئة .

### البند ٢٧ . اصلاح الموصلات المغناطيسية

تحتاج الموصلات المغناطيسية الواردة الى حيز الاصلاح على الاغلب الى اصلاح جزئى ، ونادرا ما تحتاج الى اصلاح مع الفك الشامل واعادة حشو الصلب الفعال .

وليس هناك داع للفك الشامل عند الاصلاح الجزئى للموصل المغناطيسى . ويقام بالاصلاح الجزئى عند وجود اضرار طفيفة فى الصلب الفعال او فى القطع المستقلة للموصل المغناطيسى ، فمثلا عند حدوث التقصيرات المحلية والانصهارات الصغيرة لصفائح الصلب الفعال والاضرار بالقطع العازلة وارتخاء قطع الشد لعوارض النير وتكوين تقعرات وماشابهها .

ويقام بتنظيف بؤر الاحتراق والانصهار فى الصلب الفعال بازالة نوام المعدن المتشكلة بحجر جليخ مجلس على محور مكنة الثقيب الكهربائية او بقطعها بازميل . ويقام بعد تنظيف القطاع المتضرر من نوام المعدن بارخاء صفائح الموصل المغناطيسى جزئيا على هذا القطاع وتفصل الصفائح الملحومة بحوافها عن بعضها البعض ، وتزال النتوءات عن حواف الصفائح وبعد تنظيف هذا القطاع من بقايا العازل القديم والبرادة المعدنية يقام بعزل الصفائح مع وضع صفائح من ورق الكابلات أو التليفونات بينها .

وعند وجود تقعرات فى قضبان الصلب الفعال للموصل المغناطيسى يقام بارخاء صفائح القضبان هذه (يخفف من كبس القضيب وذلك بفك صمولة الصبلمة الكابسة بادارتها عدة دورات) ومن ثم بواسطة

اسافين خشبية يباعد ما بين الصفائح وبعد تقويم الحواف المشنية للصفائح بكماشة مسطحة توضع بينها شرائح عازلة من ورق الكابلات او التليفونات ويقام بواسطة الصبلمة الكابسة باعادة كبس القضيب . وعادة ما يتبين فى الموصلات المغناطيسية الجارى اصلاحها بان المواسير من الورق والباكيليت ، العازلة لصبالم الشد عن الصلب الفعال متضررة كليا .

وعند انعدام المواسير من الورق والباكيليت ذات الابعاد المطلوبة ، وغالبا ما يحدث هذا عند اصلاح المحولات ذات التصاميم القديمة ، يقام بتجهيز المواسير على النحو التالى :

يقص ورق الكابلات على شكل شرائط بعرض يزيد بمقدار ٢٠ - ٢٥ مم عن طول الماسورة المطلوبة ويلف شريط الورق المقصوص على الصبلمة (او على قضيب معدنى آخر بقطر ملائم) مع طلاء كل طبقة من الورق (ماعدا اول ثلاث طبقات ملتصقة مع الصبلمة) بالورنيش الباكليتي . وتحدد الكمية اللازمة من طبقات الورق بسمك جدران الماسورة (ويجب ان يتطابق سمك جدران الماسورة وابعادها مع نفس معطيات الماسورة ذات التنفيذ المصنعى) ، ولتلافى انفلات الورق الملفوف على الصبلمة يقام بوضع ضمادة مؤقتة من شريط التفتا على طول الصبلمة ولكن بمسافات بين اللفة والثانية ومن ثم تحمص فى خزانة لمدة ٣ - ٤ ساعات عند حرارة لا تزيد عن ١٠٥ ° م . وبانتهاء التحميم تزال الضمادة المؤقتة وتقص اطراف الماسورة باستقامة طبقا للقياس المطلوب وتنظف بازالة نواتج الورنيش الباكليتي والاعوجاجات عن سطحها .

ويمكن كذلك تجهيز المواسير العازلة من الكرتون الكهربائى بسمك ٠,٥ - ١ مم . ويقام قبل اللف بترطيب شريط الكرتون



الكهربائي بالماء قليلا . وتطلى الطبقة الاخيرة من الكرتون الكهربائي الجارى لفة بالورنيش الباكيليتى ومن ثم تلف الماسورة باحكام بضمادة من شريط الكيبيير وتحمص . وتنزع الضمادة بعد التحميص وتنزال جميع الاعوجاجات والانتفاخات المحلية بسكين حاد وفى النتيجة تصبح الماسورة متكئة ومتينة .

وتبرز الحاجة الى الاصلاح مع الفك الشامل واعادة الحشو عند الاضرار الجسيمة مثل «احتراق الصلب» الذى يمكن عنده ان يخرج من حيز العمل جزء كبير من القطع العازلة وصفائح الصلب الفعال للموصل المغناطيسى .

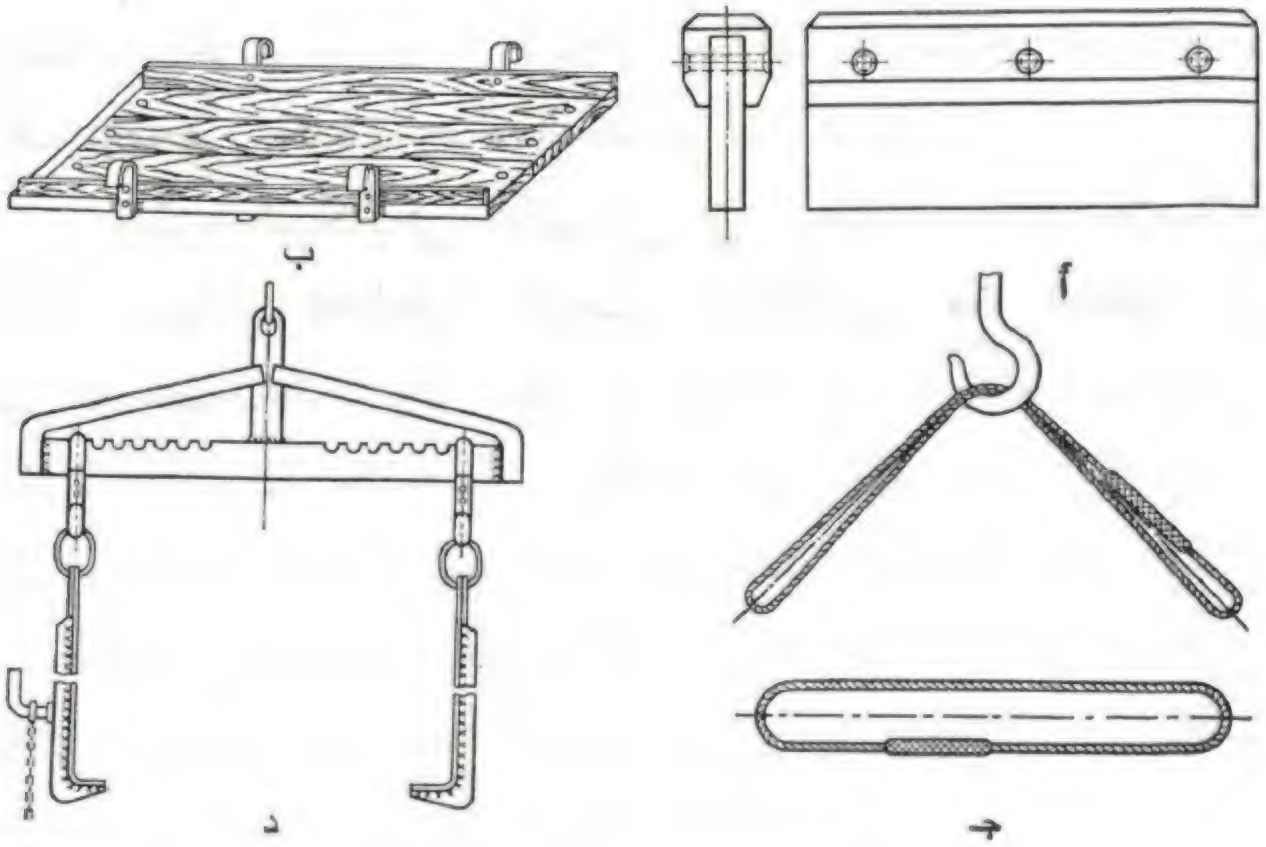
ويتكون اصلاح الموصل المغناطيسى مع صفائح الصلب الفعال المتضررة من الاعمال الاساسية التالية : التحضير للاصلاح وفك الموصل المغناطيسى وتنظيف وعزل الصفائح وغيرها .

التحضير للاصلاح . يدخل فى عداد الاعمال الخاصة

بالتحضير للاصلاح :

— تحضير ساحة العمل (اضاءة مكان العمل ، ترتيب المعدات الثانوية والعدة اللازمة ، توزيع الادوات والمواد بشكل مريح للعمل ، التزود بوسائل السلامة المهنية واجراء الاسعاف الاولى وغيره) ؛

— انتقاء العدة والادوات ومن ضمنها طقم مفاتيح صواميل منها متحركة (كما للحنفيات) وطرفية ومطارق تجليس نحاسية (الشكل ٧١ ، أ) لتعديل صفائح الصلب وكشات خشبية (الشكل ٧١ ، ب) لنقل الصفائح المعالجة ، وطقم كامل من صبالم شد مطولة بقياسات مناسبة ، وطقم ازاميل ومطارق لاعمال البرادة ، وطقم مساةة ومقلوظات انشى للقلوظة وادوات تعمل على الكهرباء وغيرها من



الشكل ٧١ . الادوات المستخدمة عند فك وتجميع المحولات :  
 أ- مطرقة تجليس ، ب- كشة نقالة ، ج- حبال تعليق ، د- موزع حمل مع  
 اذرع سحب لنزع وتجليس الملفات

الادوات تحدد ضرورة استعمالها بتصميم الموصل المغناطيسي ؛  
 - تجهيز المواد الاساسية والثانوية (الصلب الكهربائي الصناعي  
 والانشائي ذو الانواع والقياسات المطلوبة ، والكرتون العازل للكهرباء ،  
 وورق الكابلات والتليفونات ، والورنيش الباكيلىتى وورنيش خاص  
 بعزل صفائح الصلب ، وقطع من اقمشة المسح ، وكيروسين ،  
 ومستحلبات للغسل وغيرها) ؛

- التأكد من وجود المعدات والتجهيزات اللازمة (تواجد  
 المقصات المقصلية لقطع الصلب والمواد العازلة ، المكبس والاختام  
 لتجهيز صفائح جديدة من الصلب ، مكنة الثقيب مع طقم مثاقب  
 بالقياسات المطلوبة ، مكنة الطلاء بالورنيش ، خزانة التجفيف



ومعدات اخرى ضرورية لانجاز عمليات الاصلاح المستقلة ،  
كما وتفحص كذلك حالة المعدات المذكورة) .

ويقوم الميكانيكى الكهربائى فى مرحلة التحضير للاصلاح  
بأخذ رسومات تخطيطية للموصل المغناطيسى مع الاشارة الى  
قياساته الصحيحة ، والى موقع وسمك الرزم ، والى مكان تركيب  
الشرائط المؤرضة وقياساتها ، وكذلك الى القطع العازلة والثانوية .  
وتبرز الحاجة الخاصة لمثل هذه الرسومات التخطيطية عند اصلاح  
الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى من الانتاج السوفيتى  
ولكن بتصاميم قديمة وعند انعدام الوثائق الفنية المطلوبة للموصلات  
المغناطيسية المعدة من قبل شركات لدول أجنبية .

وقبل البدء بالاصلاح ينبغى على ميكانيكى الاصلاح الكهربائى  
ان يتفحص بنفسه مرة اخرى تواجد الادوات والمواد اللازمة ، وكذلك  
حالة وسائل الحماية المتوفرة التى تقتضيها قواعد السلامة المهنية  
والارشادات المحلية عند انجاز عمليات اصلاح الموصل المغناطيسى .

فك الموصل المغناطيسى الجارى اصلاحه . ان تعاقب انجاز  
العمليات الاساسية لفك الموصل المغناطيسى يعتمد فى كل حالة  
على تصميمه والطريقة المرعية لكبس الانيار والقضبان عند التجهيز  
(او الاصلاح المتتابع) .

يستخدم كبس انيار الموصل المغناطيسى بانصاف الاطر ،  
وقضبانها باطر من الزجاج البلاستيكى منذ زمن غير بعيد نسبيا ،  
واما كمية المحولات الداخلة الى حيز الاصلاح بموصلات مغناطيسية  
كهذه فهى غير كبيرة . وقد جرى استخدام كبس صلبى للانيار  
والقضبان فى الموصلات المغناطيسية لمعظم المحولات الداخلة الى

حيز الاصلاح ، ولذا يرد ادناه بالدرجة الاولى وصف طرق انجاز العمليات الاساسية لفك الموصلات المغناطيسية ذات الصبالم .

يبدأ فك الموصل المغناطيسي الصبلمى الجارى اصلاحه برفع عوارض النير العلوية وتفكيك النير العلوى . ويبدأ هذا الجزء من العمل بارخاء النير اى بفك الصواميل عن صبالم الشد . ويقام لهذا الغرض بادخال صبالم شد مطولة مؤقتة فى الثقوب على نهايات عوارض النير وتثبت بصواميل لتلافى انهيار عوارض النير اثناء الفك حينما تنزع صبالم الشد الدائمة . ويواصل ارخاء الصواميل بانتظام ومن ثم تفك الصواميل كليا عن صبالم الشد لعوارض النير العلوية حيث يقام بعدها باخراج الصبالم الكابسة مع المواسير من الورق والباكيليت وغيرها من القطع . ولكن عوارض النير العلوية المحررة من المثبتات لا تحل محل بعضها البعض ، لذا فانه يقام بتعليمها بكتابات «جهة الفلطة العالية» و «جهة الفلطة المنخفضة» وتنزع هى والحشوات العازلة من الكرتون الكهربائى معا . ويقوم بنزع عوارض النير لمحولات ذات استطاعة تبلغ ٤٠٠ كيلوفلط أمبير عاملان بايديهما ، واما للمحولات الأكثر استطاعة فبواسطة آليات رفع الاحمال واحبال تعليق من الصلب (الشكل ٧١ ، ج) . وفى هذه الحالة يقام مسبقا بتعليق العوارض ومن ثم تفك الصواميل بانتظام ، وتخرج صبالم الشد مع القطع العازلة ، حيث ترفع بعدها العوارض بواسطة تجهيزة رفع الاحمال .

واذا كانت الانيار مكبوسة بعوارضها ذات الصبالم الخارجية وبانصاف الاطر ، فان عملية ارخاء وفك النير تنجز حسب التعاقب التالى : بعد تعليق العوارض بالحبال تركيب صبالم مؤقتة وتفك صواميل الصبالم الخارجية او انصاف الاطر كليا حيث يرتخى كبس النير وتنزع القطع الكابسة والعوارض .



ومع مواصلة الفك ترفع الصبالم الرأسية ويقام باخراج الشرائط المؤرضة وينزع عازل التعديل العلوى . وتعاين بدقة القطع المنزوعة عند فك الموصل المغناطيسى : حيث يجرى تعليم وحفظ الصالحة منها للاستخدام ثانية .

وبعد فك النير العلوى يباشر بتفكيكه . ومن المهم جدا عند انجاز عمليات التفكيك الحفاظ على نظام تتابع الصفائح الذى كانت هى عليه قبل فك النير . ان مراعاة هذا المطلب تعزو الى ان الصفائح الموجودة فى النير العلوى التى لها اطوال متساوية تختلف عن بعضها البعض بالثقوب الموجودة فيها . ويؤدى التتابع الخاطى للصفائح عند التجميع الى عدم تكوين الثقب الطبيعى اللازم لمرور صبلمة الشد فى النير المجمع .

وبعد الانتهاء من تفكيك النير العلوى يباشر برفع الملفات . ويقام عادة وحتى عند وجود ملف واحد معطوب فقط - ملف الفلظية العالية او المنخفضة - برفع جميع ملفات الموصل المغناطيسى وذلك لان سخام العازل المحترق وبخرة المعدن المصهور الناجمة عن القوس الكهربائى والتى هبطت على سطوح الملفات الغير متضررة قد تصبح سببا لخروجها السريع من حيز العمل واصلاح المحول ثانية .

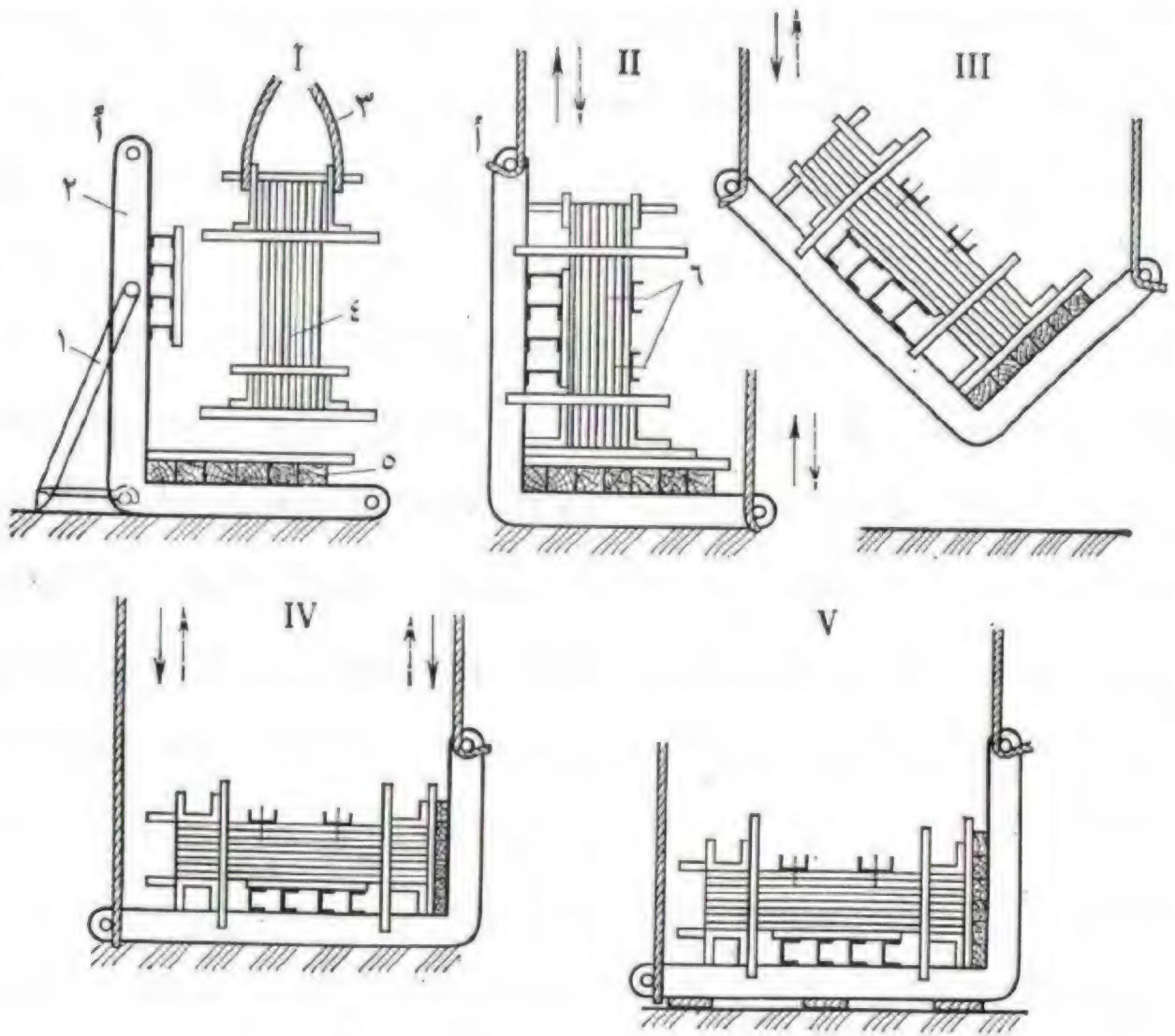
ويبدأ رفع الملفات بفك مخططات توصيلها وازالة اطراف الاخراج ينتقل بعدها الى رفع الملفات عن القضبان بدءا بتلك الواقعة على الجوانب - ملفات الفلظية العالية . ولتزرع ملفات الفلظية العالية يقام مسبقا بشنى النهايات العلوية لملف الفلظية المنخفضة وذلك حتى تأخذ الوضع الرأسى ؛ وفى هذه الوضعية لن تقوم النهايات بصدم ملف الفلظية العالية والحاق الضرر به عند نزعه عن ملف الفلظية المنخفضة .

ويقوم برفع ملفات المحولات ذات الاستطاعة البالغة ١٠٠ كيلوواط أمبير عاملان باليد واما ملفات المحولات باستطاعة ١٦٠ كيلوواط أمبير واكثر فترفع بأداة رفع خاصة مع موزع حمل باذرع سحب (الشكل ٧١ ، د) معلقة بخطاف تجهيزة الرفع .

ولنزع الملف الجالس باحكام يقام مسبقا برفعه قليلا (بواسطة تجهيزات على غرار رافعات - جكات - تكون موزعة بانتظام على محيط الملف) ومن ثم تدفع اذرع سحب اداة الرفع تحت الملف وذلك كي تدخل تحت حلقة الارتكاز في منطقة عمود الحشوات ولا تصدم الملف المجاور او عازله . ويقام بربط الملف مع اذرع السحب بحبل من القنب بتباعد وبعد تركيب خطاف آلية الرفع في مركز الملف تعلق بها اداة الرفع .

وينبغي رفع الملف في وضع رأسى صارم بلا ادنى انحرافات يسببها التركيب الخاطئ لاذرع سحب اداة الرفع او حبال التعليق . ولهذا الغرض يرفع الملف ببطء في البداية الى علو ١٥٠ - ٢٠٠ مم وتفحص صحة موقع اذرع السحب ومركزية حبال التعليق على خطاف آلية الرفع . فاذا انعدمت الانحرافات (الملف مثبت طبيعيا وعند رفعه لا تقوم اذرع السحب بصدم الملف الداخلى او الاسطوانة العازلة) ، يقام بنزعه بحذر . وترفع جميع ملفات الفلطة العالية مع مراعاة التعاقب المذكور اعلاه ومن ثم وبعد نقل اذرع السحب على موزع الحمل لأداة الرفع طبقا لقطر ملف الفلطة المنخفضة ترفع جميع ملفات الفلطة المنخفضة بالتتابع (بدءا من الملف الجانبى) . ويرفع فيما بعد عازل التعديل والنير ، والاسطوانات من الكرتون الكهربائى ، والقضبان والشرائح الخشبية . وتنظف جميع القطع المنزوعة من السخام والطين والاساخ الاخرى وتعاين بدقة لتحديد

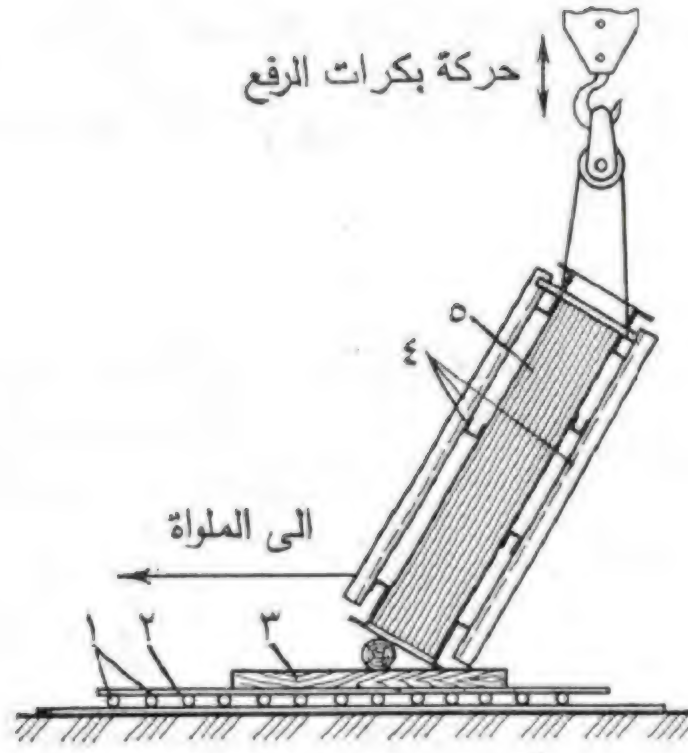




الشكل ٧٢ . مخطط تقليب الموصل المغناطيسي بواسطة القلاب :

I - وضع الموصل المغناطيسي على القلاب ، II - تثبيت الموصل المغناطيسي وتعليق الحبال على القلاب ، III - نقل الموصل المغناطيسي من الوضع الرأسى الى الوضع الافقى ، IV - انزال الموصل المغناطيسي ، V - ترقيد الموصل المغناطيسي تمهيداً لفكه ؛ ١ - ساند واق ، ٢ - قلاب ، ٣ - حبال تعليق ، ٤ - موصل مغناطيسى ، ٥ - عوارض ارتكاز خشبية ، ٦ - صالم شد مع عوارض صلب على هيئة قناة

حالتها ودرجة التضرر وامكانية الاصلاح . ويجرى رفع النير السفلى بالتماثل مع رفع النير العلوى : حيث يرخى النير السفلى وتنزع عوارضه ويفكك . وفيما بعد تفك صفائح الصلب على طول محيط الموصل المغناطيسى فى الترتيب الذى كانت موضوعة فيه .



الشكل ٧٣ . مخطط تقليب الموصل المغناطيسي باستعمال الدرافيل : ١ و ٢ - مواسير  
 نصفية من الصلب ، ٣ - عوارض خشبية ، ٤ - عوارض من الصلب على هيئة  
 قناة ، ٥ - موصل مغناطيسي

وتصنف الصفائح المنزوعة عن الموصل المغناطيسي : حيث  
 تربط الصالحة منها في رزم وتوضع على كشات نقالة معينة واما  
 المتضررة التي تتطلب ترميم العازل فتوضع على كشات اخرى .  
 واما الصفائح الغير صالحة (المنصهرة وذات الكسورات والحروق)  
 فترفض .

وينبغي فك وتجميع الموصل المغناطيسي في وضع افقى ويقام  
 لهذا الغرض عند فكه بوضعه وتثبيته على القلاب (جهاز للقلب جانبا  
 وكذلك رأسا على عقب) الذى يتم بواسطته نقل الموصل المغناطيسي  
 من الوضع الرأسى الى الافقى حسب المخطط الظاهر فى الشكل ٧٢ .  
 ويقام احيانا عند اصلاح الموصلات المغناطيسية باستعمال لوح  
 من الصلب بسمك ١٢ - ١٥ مم مع مواسير موضوعة تحته كدراfil  
 (الشكل ٧٣) وذلك عوضا عن القلاب المفقود .



ويجرى اصلاح الصفائح ذات العازل المتضرر الكائن بينها والمنزوعة عن الموصل المغناطيسى بتنظيفها من العازل القديم وتغطيتها بآخر جديد .

تنظيف وعزل الصفائح . يحقق تنظيف الواح (صفائح) الصلب للموصل المغناطيسى من العازل القديم بوسائل ميكانيكية وكيميائية وكذلك بالتلدين والغمس فى ماء ساخن . ويتم اختيار وسيلة التنظيف تبعا لنوع العازل المتضرر .

ويجرى التنظيف بالوسيلة الميكانيكية ، بالاختصاص للصفائح من الصلب المدلفن على الساخن ، عادة على مكينات بفراشى دوارة من الصلب . وتوضع الصفائح عند التنظيف بالنسبة للفراشى تحت زاوية قدرها  $45^{\circ}$  .

ان ازالة العازل بالطريقة الميكانيكية بواسطة فراشى من الصلب على الممكنة من اكثر الطرق بساطة وانتشارا وتضمن التنظيف السريع للصلب . غير انه ونتيجة لضربات الاسلاك من الصلب على اللوح عند دوران الفراشى ينطبع الصلب وعدا عن ذلك ينجلخ سطح الصلب ويزداد نتيجة لذلك الفقدان فى الصلب اضافيا . ولذا فان عدد من مؤسسات الاصلاح يستخدم الوسيلة الكيميائية لتنظيف الصفائح من العازل .

وتسمح الوسيلة الكيميائية للتنظيف بازالة العازل الورقى والورنيشى عن الصفائح بسهولة . ويقام عند ازالة العازل الورنيشى بتغطيس الصفائح فى حوض خاص فيه محلول الصودا الكاوية بتركيز ٢٠٪ او بمحلول ثلاثى فوسفات الصوديوم بتركيز ٢٥٪ وتترك فى المحلول لمدة ١٥ -

٢٠ دقيقة \* ، وبعد ذلك يقام باخراجها من الحوض وتغسل بالماء الجارى الساخن (٩٠ - ٩٥°م) وتفرد على شبك خشبي او رفوف لتجفيفها .

وتستخدم للتنظيف الكيميائي لالواح الصلب المعدات والادوات البسيطة التالية : تجهيزة الرفع الضرورية لوضع صفائح الصلب فى الحوض واخراجها منه ؛ حوضان مع غطاءيهما ؛ شبك او رفوف لتجفيف الصفائح المنظفة والمغسولة .

ويقام بالتنظيف بوسيلة التلدين فى افران حرارية خاصة عند حرارة ٣٥٠ - ٥٠٠°م . ويمكن بهذه الوسيلة تنظيف الصفائح المغطاة بشرائح رقيقة من الورق المستعملة فى الموصلات المغناطيسية للمحولات ذات التصميم القديمة كعازل ما بين الالواح وكذلك بعازل ورنيشي .

غير انه اصبحت مؤسسات الاصلاح الكهربائي فى الوقت الحاضر نادرا ما تستخدم هذه الوسيلة بسبب الانخفاض الحاد فى النفاذية المغناطيسية وازدياد الفقدان فى الصلب نتيجة لتكوين رغاوة على سطوح الصفائح وتغير تركيب الصلب . والسبب الآخر للامتناع عن تنظيف الصفائح بوسيلة التلدين هو الصراع من اجل نقاء الوسط المحيط والرغبة فى عدم تلويث الجو بمخلفات احتراق الورق والورنيش .

وهناك وسيلة اسهل بكثير لازالة العازل الورقى عن الصفائح هى الغمس فى الماء المسخن الى ٩٠ - ١٠٠°م . وللتعجيل فى عملية

---

\* يتم اختيار فترة بقاء صفائح الصلب فى محلول الصودا الكاوية او ثلاثى فوسفات الصوديوم عن طريق التجربة تبعا لنوعية وسمك الغطاء العازل للصفائح ، وكذلك تركيز ودرجة حرارة المحلول .

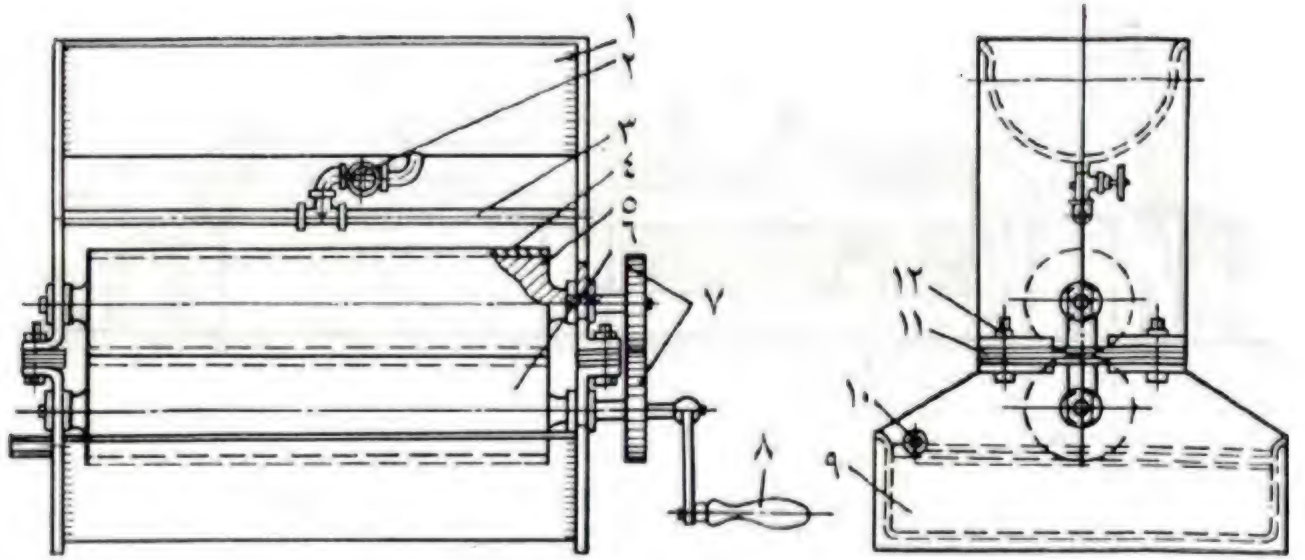


انسلاخ الورق الملتصق عن المعدن يضاف الى الماء محلول مخفف من الصودا الكاوية . والنسبة المئوية للصودا الكاوية فى المحلول (عادة ٤ - ٦٪) تحدد عن طريق التجربة . وينبغى عند اضافة كمية اضافية من محلول الصودا الكاوية غسل الصفائح المرفوعة من الحوض بماء دافىء جار .

ومن الضرورى بعد تنظيف الصفائح باية من الوسائل المذكورة فحصها بدقة للتأكد فيما اذا تبقى العازل القديم عليها . ويقام بعزل الصفائح الخالية من العيوب بطلائها من كلا الجانبين لمرة واحدة او مرتين بطبقة من الورنيش ومن ثم بتحميمها .

وتطلى صفائح الصلب بالورنيش فى مكثات الطلاء بالورنيش . وتستخدم فى مؤسسات الاصلاح الكهربائى ما يقرب العشرة انواع من مكثات الطلاء بالورنيش اليدوية وذات المحرك الكهربائى بنفس مبدأ العمل ، ولكن تختلف فقط بتصميم القطع والوحدات التجميعية المستقلة .

وفى جميع مكثات الطلاء بالورنيش المستخدمة فى الوقت الحاضر ينطلى اللوح او الصفائح من الصلب بالورنيش عند مرورها بين عمودين دوارين بالتقابل ومغطيين بغلاف مطاطى مقاوم للزيوت والبنزين مبلل بالورنيش العازل باستمرار . وتتكون مكثات الطلاء بالورنيش اليدوية والبسيطة فى التصميم (الشكل ٧٤) من الحوض العلوى ١ الذى يملأ بالورنيش والذى له صنبور غلق ٢ ، ومن عمودين دوارين ٥ و ٦ مغلفين بمطاط سميك (٥ - ٧ مم) مع ترسين مسننين ٧ على طرفيهما ، ومن الحوض السفلى ٩ . ويكون الحوض العلوى موصولا بواسطة ماسورة متفرعة ومثلث بماسورة التوزيع ٣ التى توجد على امتدادها ثقبون صغيرة تعمل على تغذية سطح العمود

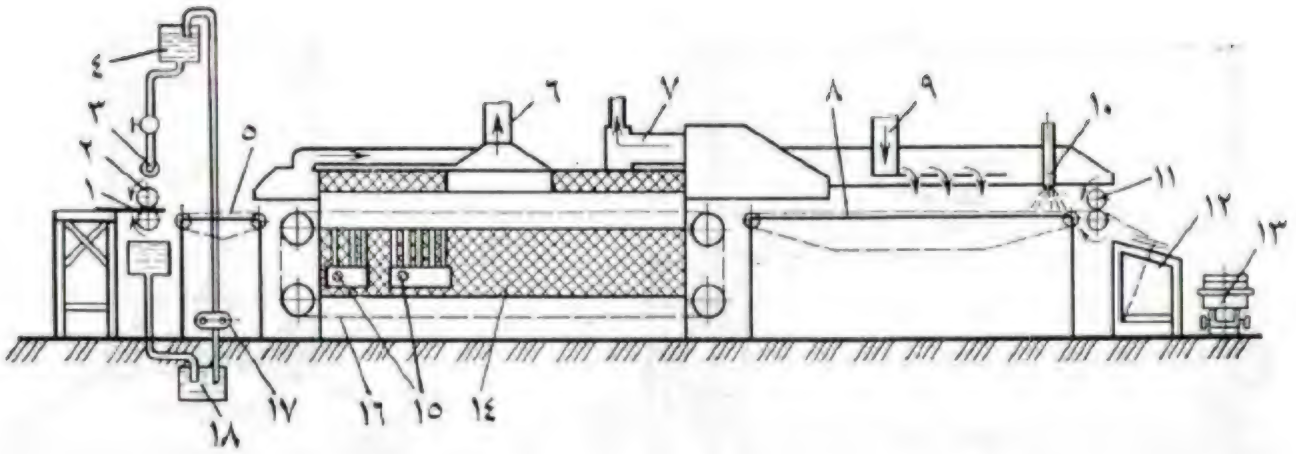


الشكل ٧٤ . مكينة طلاء بالورنيش يدوية :

- ١ و ٩ - حوضان علوى وسفلى ، ٢ - صنبور غلق ، ٣ - ماسورة توزيع ،  
 ٤ - غلاف من المطاط ، ٥ و ٦ - عمودان علوى وسفلى ، ٧ - تروس مسننة ،  
 ٨ - مقبض الذراع ، ٩ - ماسورة متفرعة ، ١٠ - طقم حشوات من المطاط ،  
 ١٢ - برغى تركيب

العلوى ٥ بالورنيش بانتظام . ويجرى الورنيش من الحوض العلوى  
 ١ الى الماسورة ٣ بقوة الثقل ، ويكون العمود العلوى ٥ مضغوطة على  
 العمود السفلى ٦ بواسطة براغى التركيب ١٢ التى يكون موضوعا بينها  
 طقم حشوات ١١ من شرائح المطاط . ويقع العمود السفلى فى الحوض  
 السفلى ٩ الذى توجد فيه الماسورة المتفرعة ١٠ . ولتصريف الورنيش  
 السائل فى الحوض السفلى يقام بتلبيس خرطوم مطاطى على الماسورة  
 المتفرعة ١٠ ، وينكس طرفه فى دلو يجرى تفريره من الورنيش  
 المتجمع باعادة صبه دوريا فى الحوض العلوى المستوعب لـ ٤٠  
 كغم . وتدار مكينة الطلاء بالورنيش بمقبض الذراع ٨ الذى يديره  
 عامل واحد او محرك كهربائى قدرته ٠,٨ كيلوواط مع مخفض  
 سرعات يحوى العدد اللازم من التروس لضمان سرعة الدوران  
 للعمودين ٥ و ٦ بحدود ٢٢ - ٢٤ دورة/دقيقة .





الشكل ٧٥ . مكنة طلاء بالورنيش موحدة :

١ - صفيحة الموصل المغناطيسي ، ٢ - اعمدة دوارة من المطاط ، ٣ - ماسورة مثقبة ، ٤ و ١٨ - خزان استهلاك وآخر احتياطي للورنيش ، ٥ و ٨ - اقشطة ناقلة باردة ، ٦ و ٧ - تهوية خارجة ، ٩ - تهوية داخلية ، ١٠ - رشاشة للماء ، ١١ - اعمدة دوران مطاطية (لعصر الماء) ، ١٢ - منضدة استقبال ، ١٣ - عربة ذاتية الحركة ، ١٤ - فرن ، ١٥ - سخانات على الغاز ، ١٦ - قشاط ناقل ساخن ، ١٧ - طلمبة ضخ الورنيش من الخزان الاحتياطي الى خزان الاستهلاك

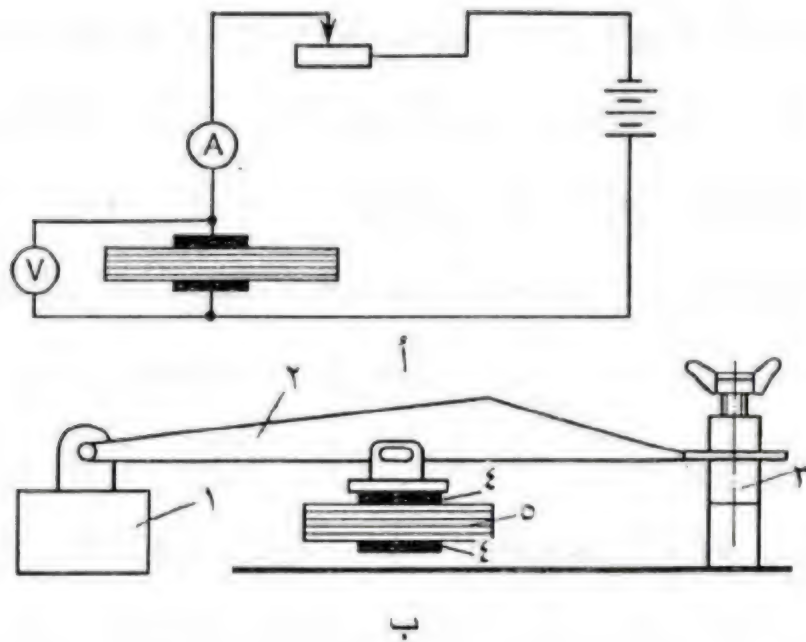
ويقام في مؤسسات الاصلاح الكهربائي الكبيرة والمختصة باصلاح الاعداد الكبيرة من المحولات بطلاء وتحميص الورنيش العازل في مكنة طلاء بالورنيش موحدة مع فرن لتحميص طبقة الورنيش . ومكنة الطلاء بالورنيش هذه (الشكل ٧٥) هي عبارة عن وحدة مكينات تكون فيه آلية الطلاء بالورنيش موحدة مع الفرن النفقي ١٤ المسخن بالسخانات ١٥ . وتجرى عملية طلاء الصفائح بالورنيش تماما كما في المكنة الظاهرة في شكل ٧٤ ، واما تحميص طبقة الورنيش فيجرى على النحو التالي : تمرر الصفائح المغطاة بالورنيش بواسطة القشاط الناقل البارد ٥ الى الفرن ١٤ ، حيث تصل الى القشاط الناقل الساخن ١٦ ، وعند مرورها خلال الفرن النفقي تأخذ طبقة الورنيش وهي تتحمص (تتبلمر) بتكوين طبقة عازلة متينة . وتصل الصفائح الساخنة بعد مرورها خلال الفرن الى القشاط الناقل

البارد ٨ حيث يجرى تبريد مكثف لها بتيار الهواء الواصل من التهوية الداخلة ٩ وكذلك بالماء الجارى القادم من الرشاشة ١٠ المركبة على نهاية القشاط الناقل البارد . وتصل الصفائح المغطاة بالعازل الى منصدة الاستقبال ١٢ حيث تزال عنها لتحميل العربة ذاتية الحركة ١٣ . وقبل مباشرة الطلاء بالورنيش على اية من مكناات الطلاء بالورنيش المذكورة اعلاه يقام بالطريقة التجريبية بتحديد وضبط كمية الورنيش الطبيعية الواردة الى الاعمدة الدوارة التشغيلية لمكنة الطلاء بالورنيش وكذلك يجرى طلاء بالورنيش وتحميص تجريبى لطبقة الورنيش ، فاذا كانت النتائج ايجابية ، يباشر بطلاء كل الدفعة من الصفائح بالورنيش .

ويقام بتقديم المتطلبات الاساسية التالية لطبقة الورنيش العازلة :  
ادنى سمك (يجب ان يكون للجهتين عند طلائهما لمرة واحدة بما لا يزيد عن  $0.01 \pm 0.004$  مم ، وعند الطلاء لمرتين بما لا يزيد عن  $0.02 \pm 0.006$  مم) ؛ المتانة والمقاومة الكهربائيتان اللازمتان ؛ المتانة الميكانيكية العالية ؛ المقاومة للتسخين ، التى تضمن بقاء نوعية طبقة الورنيش عند درجات حرارة التسخين المحتملة للمحول الشغال ؛ المقاومة للزيوت (قدرة طبقة الورنيش على مقاومة تأثير الزيت الساخن للمحول) ؛ وجود سطح لامع واملس كلياً بدون فراغات منسية وتجمعات للورنيش وقطاعات محترقة . وعند الضغط على الطبقة الورنيشية بالاصبع فلا يجب ان تبقى بصمات عليها .

واحد المؤشرات الاساسية لنوعية عازل الصفائح هو المقاومة الكهربائية للعازل ، التى تفحص فى ظروف الاصلاح بواسطة جهاز بسيط يشاهد مخططه وتركيبته فى الشكل ٧٦ .





الشكل ٧٦ . جهاز لفحص المقاومة الكهربائية لعازل صفائح الصلب :  
 أ - مخطط ، ب - تركيبة ؛ ١ - ثقل ، ٢ - ذراع ، ٣ - قائم ، ٤ - الكترودات  
 نحاسية ، ٥ - رزمة صفائح الصلب

ويجرى القياس في ثلاث نقاط واقعة على محور الثقوب وفي  
 اية نقاط على السطح الاملس للصفائح . ويجرى اختبار ثلاث رزم ،  
 كل واحدة مكونة من صفيحتين ، ومن ثم رزمة واحدة مجمعة من  
 ست صفائح جرى اختبارها سابقا . ويجب عند تجميع الرزم ٥  
 ان تتطابق حواف الصفائح . وتوضع النماذج بين الالكترودات  
 النحاسية ٤ بسطح تلامسى مساحته ١٥٠ سم<sup>٢</sup> بحيث يكون خطها  
 المحورى موجهها بمحاذاة الصفائح . واما ضغط رزمة الصفائح بين  
 الالكترودات الذى يحققه الثقل ١ للجهاز فيجب ان يكون مساويا  
 ٥ - ٦ كيلوباسكال/سم<sup>٢</sup> ، واما الفلطية الاختبارية ٦ - ١٢ فلط  
 وقوة التيار المضبوطة هي ٠,٤ أمبير .

ويقام بتوصيل الصفائح المعزولة التى فحصت واختبرت الى  
 مكان تجميع الموصل المغناطيسى على كشات او عربات .

ويجب انجاز عمليات تحميل ونقل وتنزيل الصفائح ببالغ الحذر الذى يستبعد الحاق الضرر بالصفائح وبعازلها .

### البند ٢٨ . اصلاح المبدلات

وعند اصلاح المحولات يعار انتباه خاص لحالة نظام التلامس للمبدلات . ان السبب فى الخروج الطارئ للمحول من حيز العمل فى عشر حالات من اصل مئة حالة هو عطل المبدلات وبالاخص تضرر ملامساتها . وتنسب الى الاعطال فى ملامسات المبدل شدة الالتصاق الغير كافية للملامسات المتحركة باللامسات الثابتة ، وارتخاء توصيلات الاطراف الخارجة للضبط بلامسات المبدل ، واختلال متانة وصلات الاطراف الخارجة مع الملف وغيرها . ويسبب وجود هذه الاعطال تسخينات محلية زائدة كثيرا ما تؤدى الى خروج المحول الطارئ من حيز العمل .

يبدأ اصلاح المبدل بدون اثاره من تنظيف جميع القطع ومعاينتها بدقة مع اعادة اهتمام خاص الى حالة السطوح التشغيلية للملامسات المتحركة والثابتة . وتغطي سطوح ملامسات المبدل العاملة لمدة طويلة فى الزيت بطبقة رقيقة صفراء اللون تزيد من المقاومة الانتقالية فى التلامس . ان ظهور طبقة كهذه يكون سببا لتسخين الزائد وتضرر الملامسات ، ولذا يقام عند اصلاح المبدلات بتنظيف هذه الملامسات بدقة وذلك بمسحها بفوطة صناعية او بخرق نظيفة بلا وبر منقوعة فى الاسيتون او فى البنزين المنقى . وتستبدل الملامسات المحترقة والمنصهرة باخرى جديدة من انتاج مصنعى ، وعند انعدامها يقام بتجهيزها حسب نماذج الملامسات المتضررة مع الاخذ بعين الاعتبار اهتراء الاخيرة . وينبغى تجهيز



الملامسات الجديدة من مواد شبيهة نوعيا بتلك التى تتكون منها  
الملامسات المتضررة ذات الانتاج المصنعى .  
ويجرى تجهيز الملامسات السكنية الثابتة والقضبان الشريطية  
وشرائح التلامس على الاغلب من اسياخ نحاسية مدلفنة على البارد  
وغير ملدنة مع الطلاء اللاحق بالجلفنة وذلك بهدف زيادة مقاومتها  
للاحتراء .

ويقام اثناء اصلاح المبدل بشد جميع القطع المشبته وتستبدل  
النوابض المعطوبة والقطع العازلة والحشوات ويتم التأكد من انعدام  
الالتصاق فى الملامسات ومن صحة الاقتران للسطوح التشغيلية  
للملامسات المتحركة بالثابتة ، وتزال العيوب الاخرى المكتشفة  
خلال المعاينة واثناء الاصلاح ، وتجدد الكتابات والرموز الموجودة  
على المبدل .

ويجرى فحص المبدل الذى تم اصلاحه كليا بعشر دورات  
من التوصيل والفصل على جميع المراحل وبعد ذلك يجب ان لا تكون  
هناك بوادر اخلال بعمل وضبط الملامسات ، وكذلك ظهور عيوب  
تعرقل العمل الطبيعى للمبدل .

واما اصلاح المبدل بضبط تحت الحمل (انظر الشكل ٤٧)  
فهو أصعب بكثير من اصلاح المبدلات بدون اثارة. وعنده  
يقام باجراء مجموع الاعمال كلها من تنظيف وغسيل ومسح القطع  
الداخلية والخارجية وعدد من الاعمال الاضافية التى تحدد بتركيب  
الاجزاء المستقلة للمبدل وبوجود عدد كبير من الملامسات .

ويقام اثناء الاصلاح بفحص حالة سطوح التلامس لملامسات  
منتقى المراحل ، واجهزة التلامس والجزء الكهربائى لآلية الادارة  
(ملامسات مفاتيح التحكم ، المرحلات ، اجهزة الفصل النهائية) .

ويجرى تنظيف وبرد ملامسات جميع عناصر المبدل المغطاة بالسخام والمصهورة قليلا وذلك بإزالة السخام ونوام المعدن المصهور وهذا يعنى ازالة الاسباب الموجبة لتضرر الملامسات . وتغسل الملامسات ذات الطلاء بالسيراميك المعدنى واما المتضررة بشدة فتستبدل باخرى جديدة .

ان السبب الدائم لتشيط ملامسات جهاز الانتقاء واللامسات الرئيسية لجهاز التلامس هو اختلال الضبط وارتخاء المثبتات فى وصلات ناقل الحركة الميكانيكى فى الدائرة (آلية الادارة - جهاز التلامس - جهاز الانتقاء) ، حيث تحصل نتيجة لذلك فى نظام الادارة فضاوات تفوق القيمة المسموحة . وتزال الفضاوات بشد المثبتات واستبدال القطع التى توجد فيها فتحات متسعة واهتراء كبير ، وكذلك بضبط عمل جهازى التلامس والانتقاء .

ويحرص عند ضبط وشد المثبتات على تقسيم زاوية دوران الشوط الحر الى نصفين ؛ ويجب على عجلة ذراع التدوير (الكرنك) لحدبة آلية حركة جهاز التلامس ان تتخذ وضعاً متوسطاً فى مجال الشوط الحر . ويقام بتركيب الاقراص الورنية على المحاور الرأسية والافقية فى وضع تكون معه زاوية الشوط الحر مقسومة الى نصفين متساويين . ويجب ان تكون الاقراص ملتصقة بشدة الواحد الى الآخر اثناء التجميع وان لا تتسبب فى انحراف المحاور . ولذا يعار عند التجميع اهتمام خاص لنوعية تقارن مسامير (مفاتيح) المنع والقارنات الورنية وتروس نقل الحركة وآلية الحدبات والاذرع ومسامير الوصلات والمحاور والمسننات الماطية وحالة القطع المتحاكة ووجود زيت فى المزيتات . وتشد البراغي والصواميل المرتخية وتضبط آلية الفرملة وتفحص حالة صناديق الحشو وعند الضرورة يجرى استبدالها



فى اماكن مرور محاور نقل الحركة من آلية الادارة الى جهاز التلامس ومنه الى محور جهاز الانتقاء ، وتفحص صحة وصلات (مفاصل) كل آليات نقل الحركة ونظام التلامس .

وكثيرا ما يكون اصلاح الاجزاء المستقلة للمبدل مرهونا بضرورة فكها وتجميعها . ولتعقيد تركيبة اجزاء المبدل تحدث فى عدد من الحالات عند التجميع اخطاء تؤدى الى الاخلال بالعمل الصحيح للمبدل بعد تجميعه ، وبالاخص تكون الاخطاء كهذه محتملة غالبا عند تجميع الجزء المعقد للمبدل تحت الحمل - جهاز الانتقاء (PHT-13) ، ولذا من الضرورة وصف عمليات تجميع طور واحد لجهاز الانتقاء هذا بتفصيل اكثر .

يقام بتجميع طور واحد لجهاز الانتقاء (PHT-13) (الشكل ٧٧ ، أ) على مرحلتين . يجرى فى البداية تجميع القطع المكملة (الشكل ٧٨) :

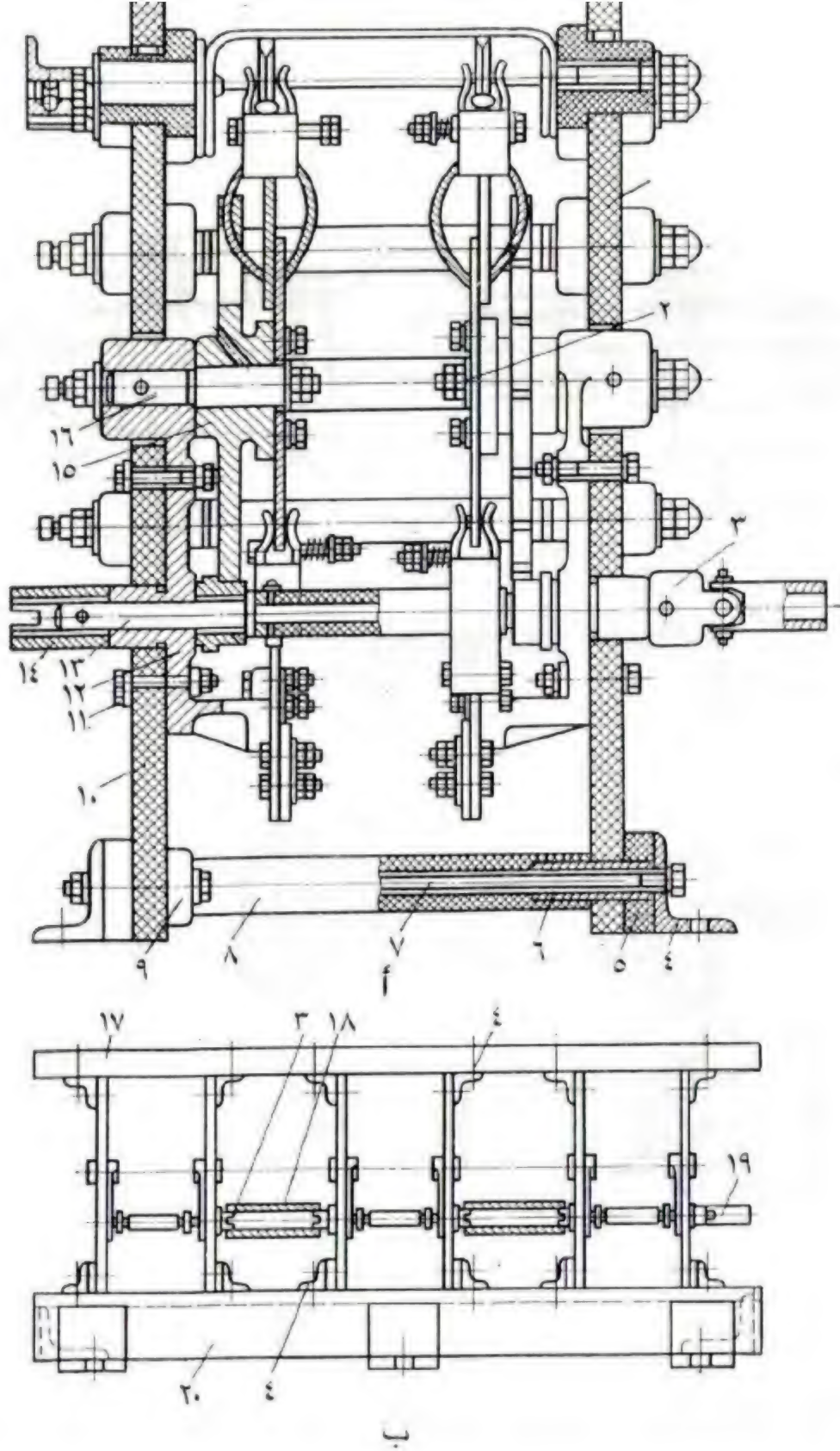
— للملامسات المتحركة من الطراز الشريطى مع طوق تعليق وزنبركات ، تتيح المجال لاجراء ضبط الضغط التلامسى ومع قرص للتوصيل اللاحق بالمسنن المالىطى (الشكل ٧٨ ، أ) ؛

— للملامسات الثابتة ١٧ مع الحواجز ١٦ المثبتة على القامطة ؛ ويكون القضيب ١٥ والصلبمة ١٣ ملحومين كذلك على القامطة (الشكل ٧٨ ، ب) ؛

— لعمود المحور المعزول بماسورة من الورق والباكيليت مع المقاوود (الشكل ٧٨ ، ج) ؛

— لقارنات الوصل المفصلية ٢٤ و ٢٧ (الشكل ٧٨ ، د) ؛

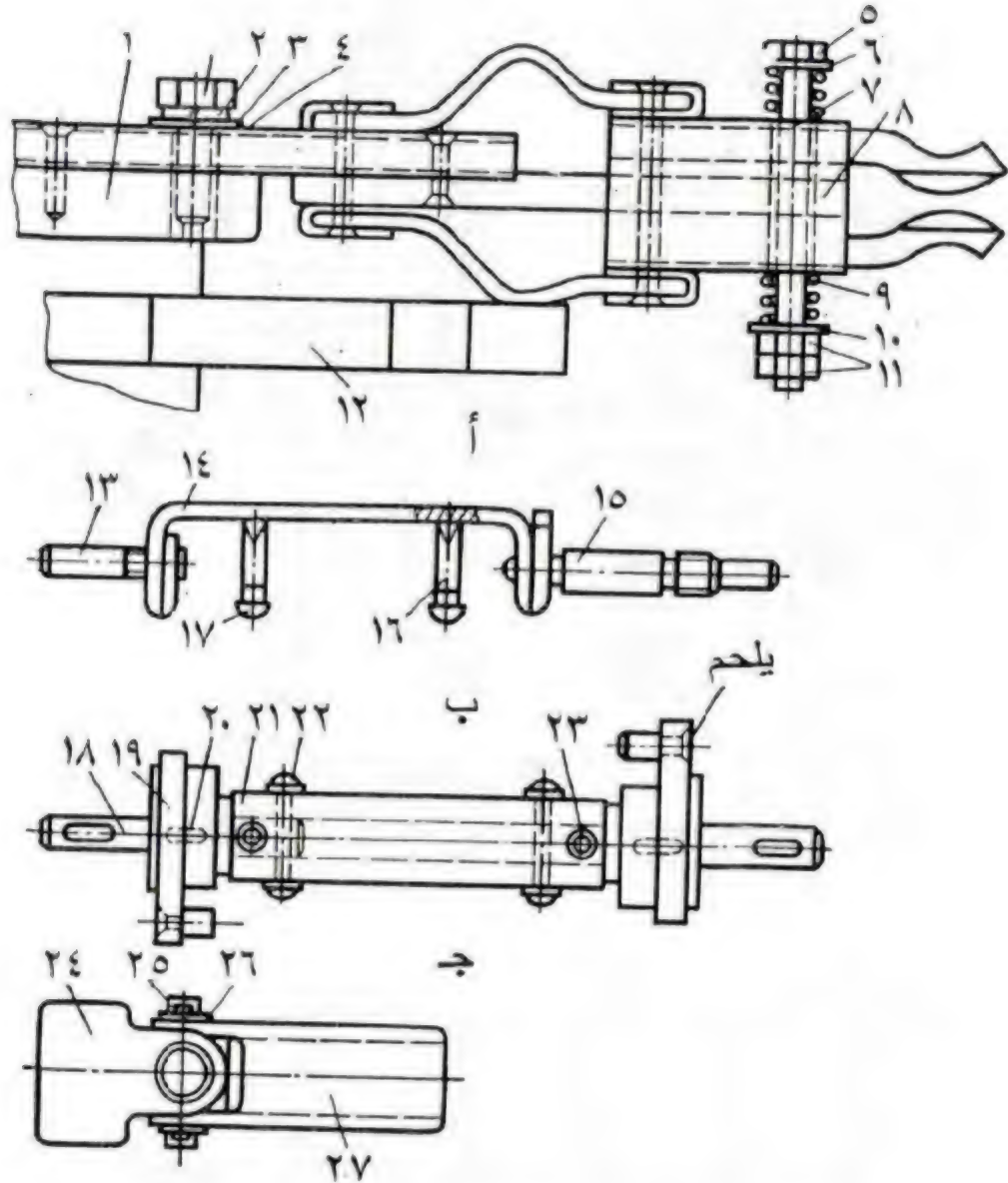
— للمحامل مع المحور ؛ وللألواح الامامية والخلفية مع جلبات وصبالم (انظر الشكل ٧٧ ، أ) .



الشكل ٧٧ . جهاز الانتقاء (PHT-13) :

- أ- طور واحد لجهاز الانتقاء ، ب- ثلاثة اطوار لجهاز الانتقاء ؛ ١ - حامل من الجيتيناكس ، ٢ و ١١ - صواميل ، ٣ - مفصلة ، ٤ - حديد زاوية ، ٥ - وردة ، ٦ - جلبة ، ٧ - صبلمة ، ٨ و ١٨ - مواسير من الورق و الباكليت ، ٩ - مسند ، ١٠ - لوحة من الجيتيناكس ، ١٢ و ١٥ - مسننات (تروس) ، ١٣ و ١٦ - محاور ، ١٤ و ١٩ - قارنات وصل ، ١٧ - شريحة خشبية ، ٢٠ - هيكل





الشكل ٧٨ . قطع الوحدات التجميعية لجهاز الانتقاء (PHT-13) :

أ - ملامس مع طوق تعليق وزنبرك وقرص ، ب - قامطة مع ملامسات ، ج - عمود محور مع مقود ، د - قارنات وصل مفصلية ؛ ١ - قرص ، ٢ و ٥ - براغي ، ٣ و ٤ و ٦ و ١٠ و ٢٦ - وردات ، ٧ و ٩ - زنبركات ، ٨ - طوق تعليق ، ١١ - صواميل ، ١٢ - مسنن (ترس) مالطي ، ١٣ - صبلمة ، ١٤ - قامطة ، ١٥ - قضيب ، ١٦ - حاجز ، ١٧ - ملامس ، ١٨ - عمود محور ، ١٩ - مقود ، ٢٠ - مسمار (مفتاح) منع ، ٢١ - ماسورة من الورق والباكيليت ، ٢٢ - برشامة ، ٢٣ - مسمار وصلة ، ٢٤ و ٢٧ - قارنات وصل ، ٢٥ - محور

ويجرى تجميع طور واحد لجهاز الانتقاء بالتعاقب التالى:

— يركب الحامل ١ فى ثقب اللوحين الامامى والخلفى ١٠

بشكل تتوزع معه المانعات بتمائل مع جلبات اللوح ، ومن ثم تثبت على الالواح بالبراغى ؛

— توضع بين الالواح الملامسات الثابتة بحيث يدخل القضيب

فى ثقب جلبة اللوح الخلفى واما الصبلمة فتدخل فى ثقب جلبة اللوح الامامى . وتثبت الملامسات الثابتة بواسطة صواميل مركبة على نهايات القضبان والصبالم ؛

— تفك صواميل تثبيت الملامسات الثابتة وينزع اللوح الامامى

ويوضع عمود المحور مع المقاوود فى ثقب الحامل المثبت على اللوح الخلفى ؛ ومن ثم يركب ويثبت الملامس المتحرك لجهاز الانتقاء على محور الحامل بحيث يشتبك المقوود المثبت على عمود المحور مع المسنن المالى للاملس المتحرك ؛

— يقام فى البداية بوضع ملامس متحرك آخر على الملامس

المتحرك المثبت على اللوح الخلفى ومن ثم يركب اللوح الامامى على صبالم الملامسات الثابتة وذلك حتى يدخل عنق عمود المحور فى ثقب الحامل واما بروزات الملامسات الثابتة فلكى تدخل فى شقوق جلبات اللوح الامامى ؛ وتثبت الملامسات الثابتة بشد الصواميل المركبة على صبالم هذه الملامسات ، واما الملامسات المتحركة فتثبت بشد الصواميل على محور حامل اللوح الامامى ؛ ويضبط الضغط التلامسى طبقا للمعدل المقرر ؛

— يجرى فحص تشابك الملامسات فى جميع الاوضاع

التسعة ويقاس الضغط التلامسى ؛ وتفحص كذلك حرية دوران عمود المحور بتدويره يدويا ؛



- وينتهى من تجميع طور واحد لجهاز الانتقاء ، بتثبيت اللوحين الامامى والخلفى من الاعلى والاسفل بصبالم من الصلب مغلفة بالمواسير من الورق والبكيليت .

تركب الاطوار الثلاثة لجهاز الانتقاء (الشكل ٧٧ ، ب) على هيكل مشترك ٢٠ ويتشكل على هذا النحو جهاز انتقاء ثلاثى الاطوار .

ويسترشد عند تجميع وضبط آليات الادارة بالشرطات التى توضع على القطع المتقارنة فى المفاصل عند اخراج المحولات من المصنع . ان الخطأ فى توصيل الاطراف الخارجة قد يصبح سببا لخروج جهاز الانتقاء من حيز العمل وبالتالي المحول . فمثلا التوصيل الخاطىء للاطراف الخارجة للمفاعل بجهاز التلامس يخل بالعمل المتعاقب لنظام التلامس .

ولتلافى الاخطاء فى مخطط توصيل الاطراف الخارجة بعد تجميع وضبط نظام التوصيلات وفحصها بالنظر يقام باخذ رسم بيانى دائرى يبين تعاقب عمل نظام التلامس للمبدل وكذلك زوايا الاستباق والتأخير عند عمل ملامسات جهازى التلامس والانتقاء . وبعد اخذ الرسم البيانى الدائرى لتعاقب عمل ملامسات جهازى الانتقاء والتلامس عند الشوطين نحو الامام والى الخلف (العكسى) ، يجرى الحكم حسب قيمة الفضاوة على نوعية جهاز الانتقاء المجمع (فاذا كانت الفضاوة اقل من ١٦° يعتبر التجميع مرضيا) . ومن ثم تجرى عشر دورات (الدورة هى شوط الآلية من الوضع الاول وحتى الاخير وبالعكس) «من المشاوير» وعند انعدام العيوب يعتبر جهاز التبديل مرمما بشكل مرضى ويمكن تركيبه على المحول الجارى اصلاحه .

## البند ٢٩ . اصلاح اطراف الادخال

توجد كمية كبيرة من المحولات ذات اطراف ادخال مسلحة في حيز التشغيل . وتعمل اطراف ادخال المحولات في ظروف صعبة . وفي الوقت الذي يكون فيه جزء طرف الادخال الواقع داخل خزان المحول يسخن دائما حتى  $70^{\circ}$  م ، قد يكون الجزء الآخر المنتصب فوق الغطاء معرضا لتأثير حرارة سالبة (  $-35^{\circ}$  م وأدنى ) وكذلك لتأثير مختلف المواد الضارة من الهواء المحيط . وتؤثر على عوازل اطراف الادخال الزيادة المفرطة في قيم الفلطة الجوية التي تزيد قيمها بعشرات ومئات المرات عن قيم الفلطة المقدرة للمحول وحتى قيم الفلطيات التجريبية للعازل .

واكثر ما تتعطل في اطراف الادخال المسلحة ، في الغالب هي خطوط الالتحام التسليحية في اماكن اتصال العوازل الخزفية مع الشفاه المعدنية . ويفسر هذا بانه عند تأثير درجات الحرارة المتقلبة على العازل تنشأ في خطوط الالتحام قوى ميكانيكية كبيرة نتيجة لاختلاف معامل تمدد الخزف عن معامل تمدد المعدن . وكثيرا ما يكون تحطم خطوط الالتحام ناتجا عن القوى الكهرودينامية المؤثرة على طرف الادخال عند المرور المتكرر لتيارات تقصير الدائرة خلال قضيب هذا الطرف .

وعند اصلاح المحولات تعاين اطراف الادخال بدقة مع اعارة انتباه خاص لسلامة العازل والتسليح . فاذا وجد على سطح العازل ما لا يزيد عن شقين (على خط رأسى واحد) بمساحة تبلغ  $1 \text{ سم}^2$  وبعمق يصل الى  $1 \text{ مم}$  ، تغسل الاماكن المعطوبة وتطلى بطبقتين من الورنيش الباكيليتي مع تجفيف كل طبقة في خزانة تجفيف عند



حرارة تبلغ ٥٠ - ٦٠ °م . وتستبدل العوازل ذات العيوب الكثيرة  
باخرى جديدة .

ويجرى اصلاح اطراف الادخال التى تكون فيها خطوط  
الالتحام التسليحية متحطمة بما لا يزيد عن ٣٠٪ على المحيط وذلك  
بتنظيف القطاعات المتضررة لخط الالتحام التسليحي وملئها بمركب  
مسمنت جديد . وفى حالة الابعاد الكبيرة لتحطم خط الالتحام  
التسليحي وارتخاء تثبيت الشفة يعاد تسليح طرف الادخال . ويقام  
لهذا الغرض بتحطيم المعجون القديم بازميل مشكل وازالته فيما بعد .  
فاذا لم يرضخ المعجون لضربات الازميل يقام بعلاجه مسبقا بنقعه  
فى محلول ٥٪ من حامض الهيدروفلوريك (للمعجون المغنيزيتى) ،  
و ١٥٪ من حامض الهيدروكلوريك (للمعجون الغليتوغليسيريلى ،  
والاسمنتى اللامائى) ، او بمحلول ٣٠٪ من نفس الحامض (للمعجون  
من الاسمنت البورتلاندى) . وينفذ العمل المتعلق بمحاليل الحوامض  
باستعمال نظارات واقية وقفازات مصنوعة من المطاط المقاوم للحوامض  
مع مراعاة اجراءات الحيطه التى تستبعد امكانية وقوع الحامض على  
اجزاء الجسم المكشوفة .

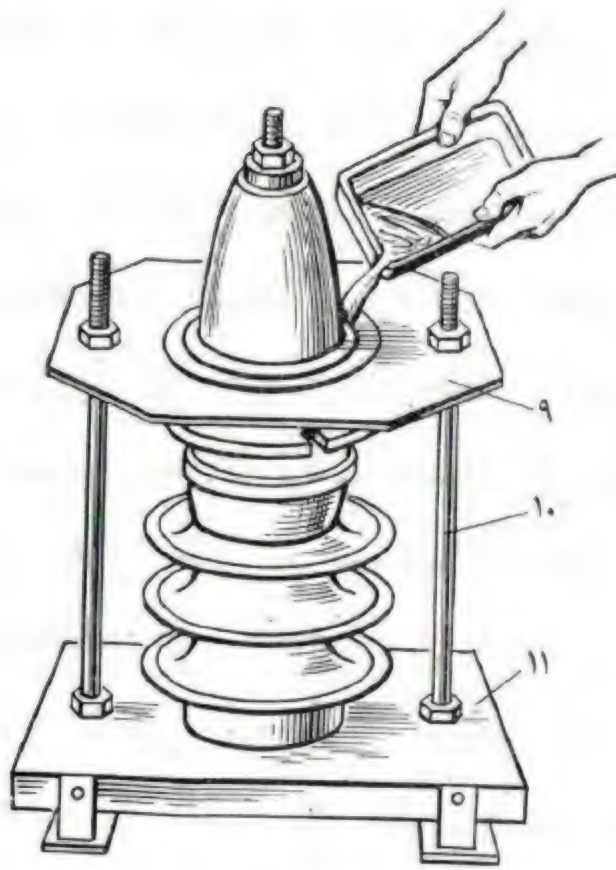
ويزال المعجون التسليحي القديم لطرف الادخال بواسطة التحطيم  
بعد التسخين المسبق ، ولهذا الغرض يوضع طرف الادخال فى  
خزانة حرارية وتترك لمدة ١,٥ - ٢ ساعة عند حرارة ٤٥٠ -  
٥٠٠ °م ومن ثم يزال المعجون من الشفة بطرق خفيفة عليها .  
ويقام بتجميع طرف الادخال (الشكل ٧٩ ، أ) واعادة  
تسليحه (الشكل ٧٩ ، ب) على النحو التالى : بعد تنظيف العازل  
بدقة من الغبار والافساخ وشفته من بقايا المعجون القديم يركب  
القضيب الممرر للتيار ٢ فى وضع رأسى (الشكل ٧٩ ، أ) مع

القبعة ١ الملحومة عليه . وتوضع على قاع القبعة حشوة مقصودة من شريحة مطاط مقاوم للزيوت بسمك ٤ - ٦ مم ومناسبة بقياسها للقطر الداخلى للقبعة . وتستخدم الحشوة فى القبعة لخفض القوى الميكانيكية الناشئة فى مكان التحام المعدن بالخزف نتيجة التأثيرات الحرارية على طرف الادخال . ومن ثم يلبس العازل الخزفى ٣ على القضيب بعد ان تركيب مسبقا على حزامه البارز الحشوة ٤ من المطاط التى تعمل على منع تسرب المعجون عند صبه فى خط الالتحام وعلى المحافظة على الخزف من التحطم عند التأثيرات الميكانيكية الناشئة اثناء تشغيل المحول . وبعد ذلك تلبس على العازل الخزفى مع الحشوة ، الشفة ٥ من الصلب والوردتان ٥ و ٦ ومن ثم وبعد فحص صحة تمركز القضيب (يجب ان يكون فى مركز ثقب العازل) ، يقام بتلبس الصمولة ٨ وشدها .

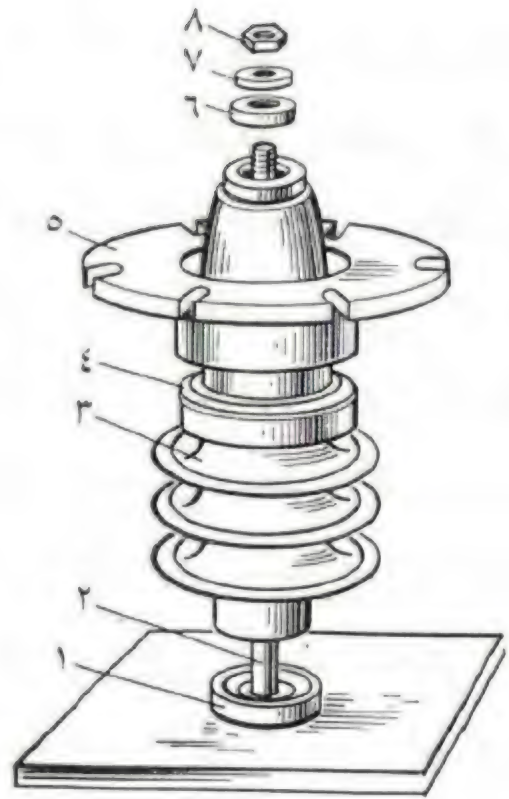
وتوضع اطراف الادخال فى جهاز (الشكل ٧٩ ، ب) يتكون من لوحة ضاغطة ٩ من الصلب بسمك ٥ مم وصلبتين رأسيّتين ١٠ من الصلب بقطر ١٠ - ١٢ مم مع صواميل ومن لوحة ارتكاز خشبية ١١ بسمك ٤٠ - ٥٠ مم .

يركب طرف الادخال الجارى تسليحه على لوحة الارتكاز للجهاز فى وضع رأسى تام وتوضع لوحة الضغط عليه من فوق ومن ثم تضغط بواسطة الصواميل . وبعد ذلك يجرى تحضير كمية (تكفى لصب طرف ادخال واحد) من مركب مسمنت (يتكون بالوزن من ١٤٠ جزءا من المغنيزيت و ٧٠ جزءا من مسحوق الخزف و ١٧٠ جزءا من محلول كلوريد المغنيزيوم) ويصب بتيار رفيع مستمر الى ان يملأ كليا الفراغ الكائن بين العازل والشفة ويجب ان يستعمل المركب المحضر خلال ١٥ - ٢٠ دقيقة . وبعد تصلد المعجون





ب



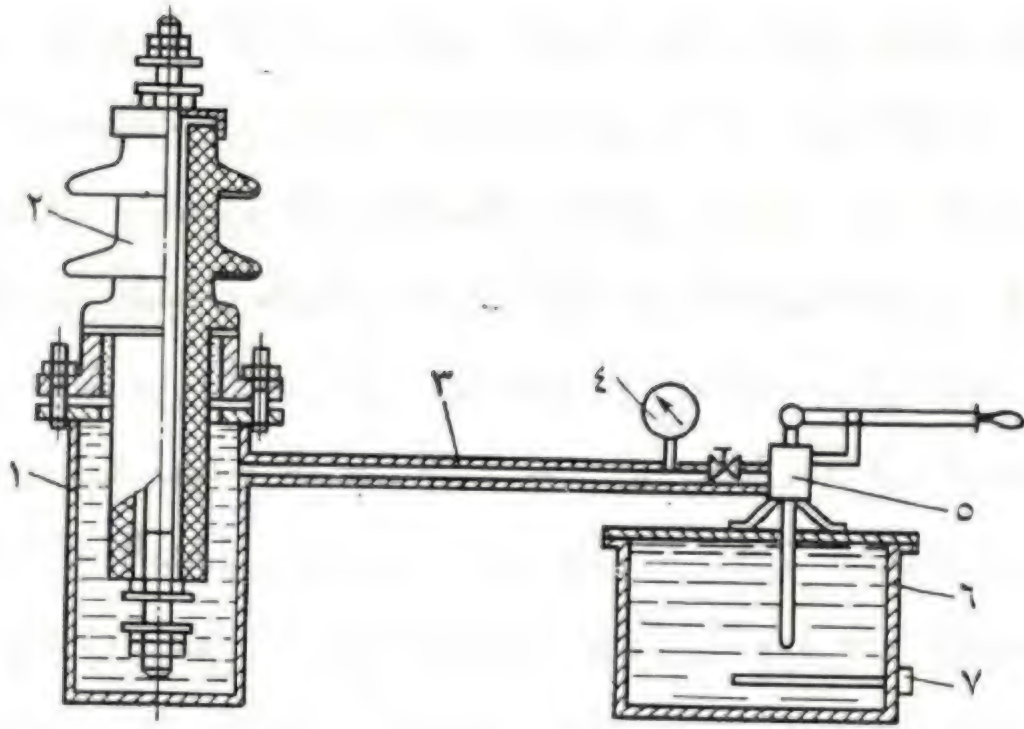
أ

الشكل ٧٩ . اصلاح طرف الادخال للمحول :

أ - التجميع ، ب - اعادة التسليح ؛ ١ - قبة ، ٢ - قضيب من النحاس ممرر للتيار ، ٣ - عازل خزفي ، ٤ - حشوة من المطاط المقاوم للزيوت ، ٥ - شفة ، ٦ و ٧ - وردة من الجيتيناكس واخرى من الصلب ، ٨ - صمولة ، ٩ و ١١ - لوحة ضاغطة واخرى للارتكاز ، ١٠ - صبلمة

(اي بعد ١٢ - ١٥ ساعة تقريبا) يحرر طرف الادخال من الجهاز وينظف من رذاذ المغنيزيت ويطلّى خط الالتحام التسليحي بميناء النيتروسيلايولوز . ويجرى تسليح اطراف الادخال في غرفة عند حرارة لا تقل عن ١٠٠ م .

ويجب ان تكون اطراف الادخال للمحولات معزولة باحكام ، ولذا يجرى اختبار طرف الادخال المعاد تسليحه ، بفحص العزل المحكم له بواسطة جهاز (الشكل ٨٠) يتكون من اسطوانة ١ من



الشكل ٨٠ . جهاز لفحص العزل المحكم لطرف الادخال للمحول :  
 ١ - اسطوانة من الصلب ، ٢ - طرف ادخال ، ٣ - ماسورة متفرعة ، ٤ - مانوميتر ،  
 ٥ - مضخة يدوية هيدروليكية ، ٦ - خزان زيت ، ٧ - سخان كهربائي

الصلب موصولة بالماسورة المتفرعة ٣ مع مضخة يدوية هيدروليكية  
 ٥ مركبة على غطاء خزان الزيت ٦ مع السخان الكهربائي ٧ .  
 ويفحص احكام العزل لطرف الادخال ٢ بطريقة تكوين  
 ضغط زائد قدره ٤٠٠ كيلوباسكال بواسطة المضخة لزيت المحول  
 المسخن الى ٧٠°م بالسخان الكهربائي ٧ . ويجرى التحكم في  
 الضغط بمؤشر المانوميتر ٤ ؛ وفترة الاختبار هي ٣٠ دقيقة .  
 ويعتبر طرف الادخال صامدا للاختبار وصالحا للعمل اذا لم  
 يظهر الزيت اثناء الاختبار على سطوحه او في اماكن التحام الشفاه  
 مع الخزف .

### البند ٣٠ . اصلاح اطراف السحب

كثيرا ما يتبين في المحولات الداخلة الى حيز الصلاح ذات  
 الملفات المعطلة بان عازل اطراف السحب من الورق والباكيليت



متضرر جزئيا او كليا . ويظهر التضرر على شكل تفحم (انحراق) قطاعات مستقلة من عازل اطراف السحب او كل العازل . ويرمم عازل طرف السحب اثناء الاصلاح الذى يجرى عنده فصل طرف السحب عن المبدل والملف حيث يزال عنه العازل المتضرر ويستبدل بقطعة عازلة من الاحتياطي الموجود او بعازل جرى تحضيره من جديد حسب نموذج المتضرر ، ومن ثم ينظف طرف السحب من بقايا العازل المتضرر وتلبس عليه ماسورة عازلة جديدة من الورق والباكيليت ويوصل طرف السحب بالملف وبطرف الادخال او بملامسات جهاز التبديل . ويقوم بهذه الاعمال عادة عامل اللف والعزل . بيد انه عند وقوع حوادث العطل الفادحة للمحول ، قد يكون متضررا ليس العازل وحده فحسب ، بل الموصل الممرر للتيار لطرف السحب ايضا (ينصهر موصل طرف السحب ويختل اللحام فى مكان اتصال طرف السحب مع المهدئ - مخفف الصدمات) . ويقوم الميكانيكى الكهربائى فى هذه الحالات بازالة الضرر وذلك بتجهيز طرف سحب جديد او بترميم وصلة طرف السحب مع المهدئ .

وينجز طرف السحب الجديد من مواد موصلة واخرى عازلة للكهرباء ، مماثلة تماما حسب نوعياتها وابعادها للمواد التى جهز منها طرف السحب المتضرر .

وعند لزوم طرف سحب جديد يقام بتحضير قطعة مستديرة او مستطيلة من موصل نحاسى او من الالومنيوم بمقاسات مناسبة حسب الطول والمقطع . فاذا كانت المقاسات الاولى للموصل قد بقيت على حالها فانه يستعمل كشبلونة لتجهيز طرف سحب جديد . وفى الحالة العكسية يقام باخذ القياسات اللازمة وتجهيز شبلونة تقلد بدقة

قياسات طرف السحب المتضرر بالطول وبزوايا الانحناء .  
وللتقليد الدقيق لتصميم وشكل انحناء طرف السحب أهمية  
كبيرة لان عدم مراعاة هذا المطلب يشير تغيرا غير مسموح به  
للمسافات العازلة بين اطراف السحب المتجاورة وكذلك بين الاجزاء  
الاخيرة والمؤرضة للموصل المغناطيسي او للمحول مما قد يؤدي  
الى الخلل . وهناك في الممارسة العملية للاصلاح حالات معروفة  
يخرج عندها المحول من حيز العمل اثناء الاختبارات ما بعد الاصلاح  
وذلك عند الاخلال بالتعليمات الصارمة حول مراعاة المسافات العازلة  
اثناء تجهيز وتركيب اطراف سحب جديدة .

وعند الاخلال بوصلة طرف السحب مع المهدئ يقام بتنظيف  
نهاية طرف السحب والمهدئ من بقايا اللحام بالمبرد . ومن ثم  
تبيض بمونة من القصدير والرصاص نهاية طرف السحب وذلك الجزء  
من المهدئ الذى يجب ان يوصل به طرف السحب وبعد ذلك توضع  
نهاية طرف السحب على قطاع التوصيل مع المهدئ وتوحد باللحام  
القصديري . واما توصيل المهدئ مع القضيب الحامل للتيار لطرف  
السحب فيمكن ان يحقق باللحام الكهربائي .

### البند ٣١ . اصلاح الخزان والغطاء وخزان التمدد

#### والفلتر الحواري الماص والتسليح

نادرا ما تتضرر خزانات واغطية المحولات . ويقام عند اصلاح  
المحولات بفحص حالة خطوط اللحام الكهربائي للخزان ، وانعدام  
تسرب الزيت من التسليح ، وسلامة قلوطة قطع التثبيت ووجود الحشوات  
الراسية وحالتها ، ومتانة تثبيت شفة الماسورة الواقية على الغطاء ،  
وسلامة حجاب الماسورة الواقية .



وتزال جميع الاعطال الملحوظة ، حيث تقص القطاعات  
المتضررة لخط اللحام الكهربائي بازميل وبعد تنظيفه من الاوساخ  
والزيت يلحم من جديد ؛ ويزال تسرب الزيت من اماكن اتصال  
مواسير دوران الزيت مع الخزان بالطرق ، واما التسرب من الصنبور  
ذى السدادة فيزال بتدليك السدادة بواسطة مساحيق مسنفرة ؛  
وتستبدل قطع التثبيت (براغي وصواميل ومسامير قلاووظ) ذات  
القلوطة البايضة . وتستبدل الحشوات المطاطية الراصة المتضررة  
بحشوات من المطاط المقاوم للزيوت بالسلك المناسب ؛ تفحص  
المتانة والعزل المحكم لتثبيت الحجاب الزجاجى المركب على  
الماسورة الواقية .

ويستبدل الحجاب المتضرر والحشوة الفاقدة لمرونتها باخرى  
جديدة . وينظف التجويف الداخلى للماسورة الواقية من الاوساخ  
ويمسح بخرق ويغسل بزيت محولات نظيف . وتستبدل الحشوة  
المطاطية الكائنة بين شفة الماسورة الواقية وغطاء الخزان المتضررة  
والفاقدة للمرونة بحشوة مجهزة من شريحة مطاط مقاوم للزيوت  
بسمك لا يقل عن ٨ مم .

واما خزان التمدد والفلتر الحرارى الماص ومجفف الهواء  
والتسليح المانع للزيت فيجرى فكها وتنظيفها من الوحل والاساخ  
وغسلها بزيت المحولات ومن ثم تجميعها مع مراعاة التعاقب المعاكس  
للفك . وتنظف السطوح المغطاة بالصدأ بفراشى من الصلب وتصبغ .  
ويعاد تعبئة الفلاتر ومجففات الهواء باستبدال السيليكا جيل فيها  
بآخر نقى او بالقديم بعد تنظيفه .

ويقام باصلاح المرحل الغازى وجهاز الانذار الحرارى  
والقاطع الواقى النافذ وغيرها من اجهزة الحماية والتحكم فى المختبرات

المناسبة (الكهربائي الفني ، اجهزة القياس والمراقبة وغيرها) .  
وترسل جميع الوحدات التجميعية والقطع المرممة والتي جهزت  
من جديد بعد الفحوصات والاختبارات المناسبة الى قسم التجميع  
المجهز بالمعدات التكنولوجية اللازمة والخاصة بالرفع والنقل وبالادوات  
والعدة التقليدية .

### البند ٣٢ . تجميع المحولات

تكون العملية التكنولوجية لتجميع المحولات من عمليات  
مختلفة بالطابع والحجم والتعقيد وصعوبة التنفيذ يقوم بالجزء الاكبر  
منها الميكانيكي الكهربائي .

وينبغي على الميكانيكي الكهربائي ان يعرف بان تكنولوجيا  
وتعاقب انجاز عمليات التجميع لعدد من الوحدات التجميعية للمحول  
في ورشات الاصلاح الكهربائي للمؤسسات وفي مصانع الاصلاح  
الكهربائي الصغيرة تختلف بعض الشيء عما هو متبع عند الانتاج  
المتسلسل للمحولات الجديدة في مصانع المحولات .

فمثلا يقام في مصانع المحولات بتجميع هيكل الموصل  
المغناطيسي كاملا ومن ثم يرسل الى ورشة اللف حيث يجرى تفكيك  
النير العلوي للموصل المغناطيسي وتجليس الملفات على قضبانها  
ويعاد حشوه من جديد نهائيا . ان هذا الترتيب يسمح للعامل المجمع  
لهيكل الموصل المغناطيسي بانجاز كل اعمال التجميع في اكثر  
اوضاع الموصل المغناطيسي راحة له، ومن العائز في هذه الحالة  
نقل ومن ثم حفظ الموصل المغناطيسي بدون استعمال اية وسائل  
كانت تقوم بحمايته من التشوه او الانفراط .

ويستخدم في الممارسة العملية لورشات الاصلاح الكهربائي  
ترتيب آخر لتجميع الموصل المغناطيسي : يقام بتجميع هيكل الموصل



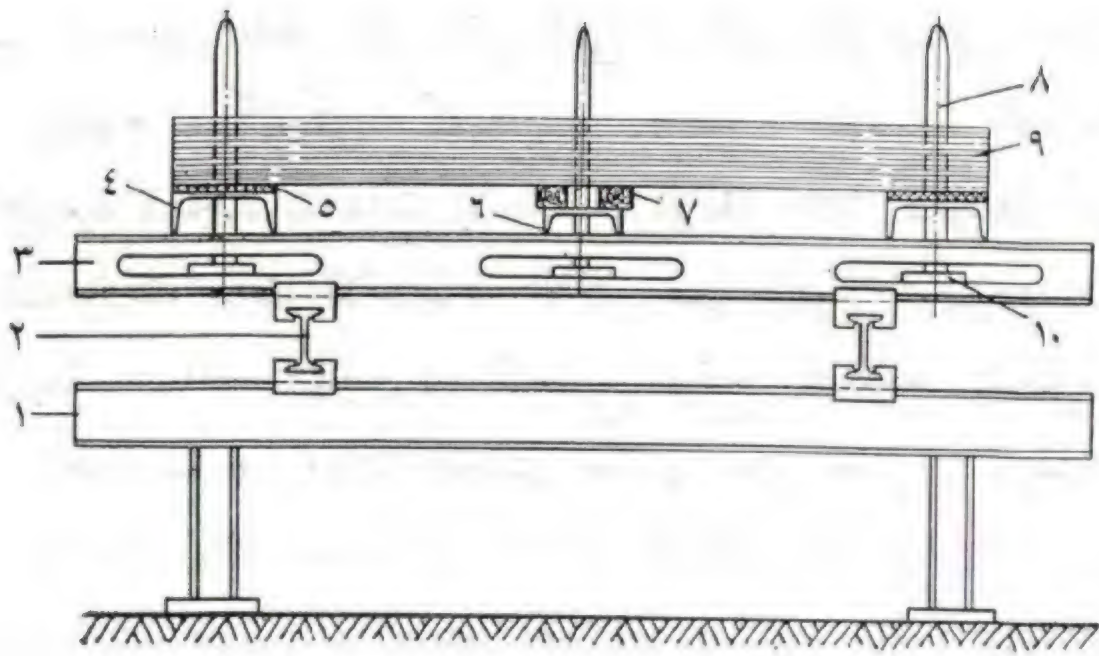
المغناطيسي بدون حشو نيره العلوى ؛ ويحشى النير العلوى فقط بعد انجاز جميع الاعمال ، المرتبطة بتجليس الملفات على قضبان الموصل المغناطيسى ، مما يتيح تلافى اعادة حشو النير العلوى .

غير انه آخذين بعين الاعتبار تمسك مصانع وورشات الاصلاح الكهربائى للعديد من المؤسسات الكبرى بتكنولوجيا اعمال التجميع المتبعة فى مصانع المحولات ، فقد اوردنا وصفا لها ادناه .

يقام بانجاز الاعمال التجميعية فى ساحة اعدت خصيصا . ويبدأ تجميع المحول من الجزء الخاص بقاعدته - هيكل الموصل المغناطيسى . ويقام قبل البدء بالتجميع بجلب طقم جاهز باكملة من الصفائح المعزولة والقطع العازلة وصبالم الشد مع صواميل ووردات وقطع التثبيت وتجهيزات وادوات الى مكان العمل . ويوزع كل ما هو ضرورى لتجميع الموصل المغناطيسى بترتيب لا يحتاج معه العامل إلى القيام بحركات زائدة والانحناء غالبا وترك المكان اثناء تنفيذ عمليات التجميع (وضع العازل وتجليس الملفات وحشو النير العلوى). وترتب شرائح الموصل المغناطيسى على الرفوف بشكل حزم حسب المواقع والرزم . ومن المتبع الابتداء بتجميع الموصل المغناطيسى من جهة القطبية المنخفضة ولذا ينبغى ان تصنف وتوضع الصفائح وجميع القطع فى الترتيب الملائم .

وتجمع الموصلات المغناطيسية تبعا لأبعاد حجومها على مناضد معدنية او على تجهيزات او على قلابات (مغيرات الوضع) جرى عليها فكها وقلبها الى الوضع الافقى .

ويقام عادة بتجميع الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى باستطاعة تبلغ ١٠٠٠ كيلوفلط أمبير على مناضد معدنية . وتكون المنضدة (الشكل ٨١) من هيكل ارتكاز ١ ومن نظام عوارض قابلة



الشكل ٨١ . منضدة لتجميع الموصل المغناطيسي للمحول :

١ - هيكل ارتكاز المنضدة ، ٢ و ٣ - قضيبا المنضدة العرضي والطولي ، ٤ - عارضة نير الموصل المغناطيسي ، ٥ - حشوة عازلة من الكرتون الكهربائي ، ٦ - مسند وسطي ، ٧ - ألواح خشبية ، ٨ - قضيب موجه ، ٩ - صفائح صلب الموصل المغناطيسي ، ١٠ - شريحة ارتكاز

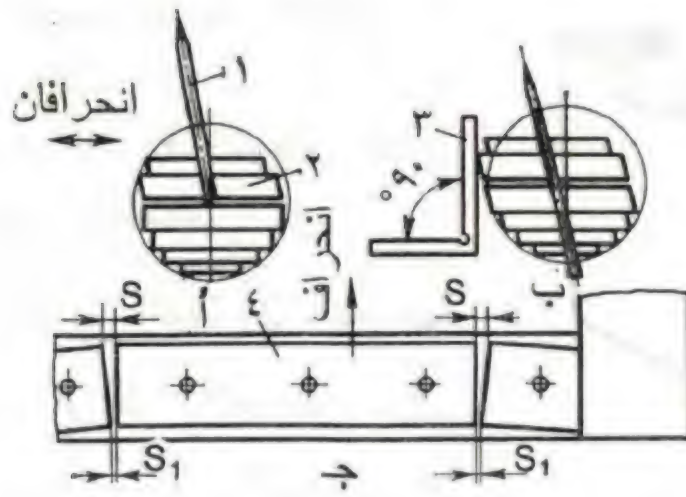
للتباعد (اثنتان عرضيتان ٢ واثنان طوليتان ٣) ، تتيح بوضعها على مسافة بين بعضها البعض ملائمة لابعاد الموصل المغناطيسي الجارى تجميعه . ويبدأ تجميع الموصل المغناطيسي بوضع عوارض النيرين ٤ (العلوى والسفلى) على العوارض الطولية ٣ ، وتوضع على عوارض النير الحشوات ٥ من الكرتون الكهربائي التي تقوم بعزلها عن الصلب الفعال للموصل المغناطيسي . ولتلافي تقوس صفائح القضبان يوضع في الوسط (بين عوارض النير) المسند الوسطي ٦ الذي توضع عليه الألواح الخشبية ٧ . ومن ثم توزع على طول محيط المنضدة العدد اللازم من القضبان الموجهة ٨ بحيث تكون مشتركة مع ثقوب الصفائح ٩ في المحور . وتستند القضبان الموجهة على شرائح ارتكاز ١٠ من الصلب . وينبغي ان يكون من نصيب كل صفيحة ما لا يقل عن



قضيبين موجهين بقطر اقل بعض الشئ من قطر الثقوب فى الصفائح .  
ويقوم ميكانيكى كهربائى واحد بتجميع الموصلات  
المغناطيسية للمحولات ذات الاستطاعة البالغة ٦٣٠ كيلوفلط أمبير ،  
واما المحولات ذات الاستطاعة الاكبر منها فيقوم بتجميعها عاملان  
بل اربعة عمال . ويجرى التجميع بوضع الصفائح بشكل مستو  
بدون انحرافات وبروزات وتعدى بعضها على بعض . ويقام بازالة  
عدم الاستواء والفسحات فى اماكن الالتقاء المتكونة اثناء تجميع  
الموصل المغناطيسى ، بواسطة مطارق تجليس خاصة من النحاس  
او الجيتيناكس . ان قيمة الخلوصل (الفسحات) المسموحة بها فى  
اماكن الاتصال عند حشو الموصل المغناطيسى للمحول من الحجم  
الثالث III هى ٠,٥ - ٠,٨ مم . ويجب ان تكون الخلوصلات فى  
جميع اماكن الاتصال فى قضبان وانيار الموصل المغناطيسى منتظمة  
ومتساوية وان لا تزيد عن الخلوصلات التى تركها المصنع المنتج  
عند تجميع المحول .

وتفحص صحة وضع الصفائح دوريا وذلك بقياس المسافة  
القطرية بين ثقوب الموصل المغناطيسى . ويجب ان تكون الرزم  
موضوعة بانتظام على جميع محيط الموصل المغناطيسى وبدون  
انحرافات ؛ ويقاس سمك الرزم بالورنية واما الانحرافات والوضع  
الرأسى للقضبان الموجهة فتقاس بالمثلث - الزاوية .

ويجب متابعة الوضع الرأسى للقضبان الموجهة وقيم الخلوصل  
فى اماكن اتصال الصفائح بدقة . وعادة ما تنحرف القضبان الموجهة  
عند تجميع الموصل المغناطيسى الى الجوانب وخاصة عند وضع  
الصفائح بلا اهتمام على أمل ان تعدل فيما بعد . وقلة الاهتمام هذه  
تؤدى حتما الى تكوين انحرافات فى الموصل المغناطيسى الجارى



الشكل ٨٢ . الانحراف الجزئي (أ) والانحراف الكلي (ب) لرزم الصلب في القضبان او الانيار عند تجميع الموصل المغناطيسي ، وتحديد الانحراف بالخلوصات بين الصفائح (ج) :

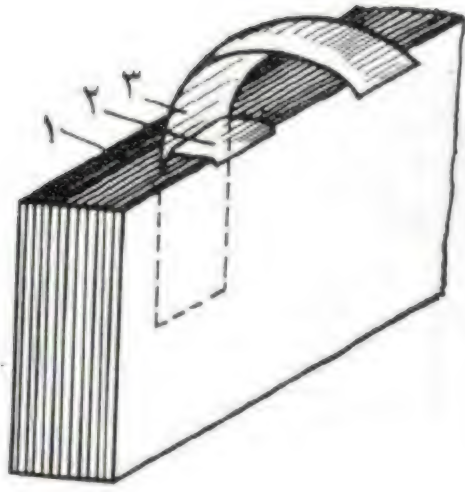
١ - قضيب موجه ، ٢ و ٤ - صفائح القضيب والنير ، ٣ - مثلث زاوية

تجميعه وعند «رمي» الصفائح على القضبان الموجهة فان الاخيرة تنحرف الى الجوانب عن الوضع الرأسى وهى بدورها تزيج رزم الصفائح السفلية التى تم تجميعها وتسويتها . وينبغى لتلافي هذا تلبس صفائح الصلب على القضبان الموجهة بحذر بدون اصابتها وازاحتها الى الجوانب بضربات الصفائح .

ويجب على الميكانيكى الكهربائى ان يتذكر وهو يجمع الموصل المغناطيسى بان «الانحراف» الذى يكاد لا يذكر فى بداية التجميع (الشكل ٨٢ ، أ) قد يؤدى فى نهاية التجميع الى انحراف كبير يصعب تعديله لصلب الموصل المغناطيسى (الشكل ٨٢ ، ب) . ويشهد على وجود «الانحرافات» عدم انتظام الخلوص فى اماكن الاتصال حيث  $S > S_1$  اى انحراف باتجاه الخلوص الكبير (الشكل ٨٢ ، ج) . وتزال الانحرافات الغير كبيرة بازاحة الرزمة المائلة باستعمال القضبان الموجهة كعتلات .

ولتكوين الثقوب الطبيعية فى القضبان والانيار يقام عند تجميع





الشكل ٨٣ . تركيب الشريط المؤرض :  
١ - صفائح الرزمة الثانية للنير ، ٢ - شريط  
من الكرتون الكهربائي ، ٣ - شريط نحاسي  
مبيض بالقصدير

رزم الصلب بتدوير القضبان الموجهة  
دوريا لتوحيد مراكز الثقوب وفي  
هذه الحالة ينبغي على القضبان ان  
تحافظ بدقة على الوضع الرأسى .

ويقام بعد الفحص التالى اثناء رضع الرزمة الثانية لصفائح النير  
بوضع الشرائط المؤرصة ٣ من النحاس المبيض بالقصدير بين  
الصفائح من جهة الفلطة المنخفضة (الشكل ٨٣) مع الشريط ٢ من  
الكرتون الكهربائي الذى يعمل على منع الشريط النحاسى من احداث  
تماس بين حواف صفائح النير .

وتستخدم للتأريض شرائط نحاسية بعرض لا يقل عن ٣٠ مم  
وبسمك ٠,٣ مم . واما فى المحولات ذات الاستطاعة الكبيرة  
فيتكون الشريط المؤرض من عدة شرائط نحاسية مجمعة معا . وقد  
يكون فى بعض الحالات للموصلات المغناطيسية فى المحولات ذات  
الاستطاعة الكبيرة طقمان من الشرائط المؤرصة فى نقطتين مختلفتين  
وذلك للتأريض الاكثر امانا للموصل المغناطيسى .

ويختتم تجميع الصلب الفعال بوضع الصفائح الطرفية الزاوية  
التي تغطى اماكن اتصال الطبقة الاخيرة ، ومن ثم يوضع العازل من  
الكرتون الكهربائي فى مكانه الذى يعزل الصلب الفعال عن عوارض  
النير ومن ثم توضع الاخيرة الخاصة بجهة الفلطة العالية وتنزع فيما  
بعد القضبان الموجهة على التوالى وندخل فى اماكنها صبالم الشد .  
ولكون الصفائح المجمعة والغير مكبوسة بصبالم الشد للموصل المغناطيسى

غير ملتصقة ببعضها البعض ، لذا فانه يقام بكبس الموصل المغناطيسى مسبقا بوضع ثقل او بشد الصفائح بصبالم مطولة مؤقتة . وبعد الكبس يفحص سمك الموصل المغناطيسى على طول المحيط ، وتلبس المواسير من الورق والباكيليت والوردات من الكرتون الكهربائى والصلب على صبالم الشد ، وتشد الصواميل على صبالم الشد ويكبس الموصل المغناطيسى خفيفا . ومن ثم تزال الاعوجاجات القائمة وابتداء من الصبالم الوسطية يجرى كبس الموصل المغناطيسى بالشد المنتظم للصواميل وحتى القياس المطلوب . وبانتهاء الكبس تثبت على عوارض النير السفلية للموصل المغناطيسى شرائح الارتكاز . ويربط الموصل المغناطيسى المجمع كليا بحبال تعليق ويرفع ويوضع رأسيا على عوارض خشبية وتركب الصبالم الكابسة الرأسية تماما كما كانت قبل فك الموصل المغناطيسى .

وبعد انجاز جميع عمليات التجميع يعاين الموصل المغناطيسى وتشد صبالم الشد نهائيا ، وتقاس مقاومة عازل عوارض النير والصبالم بالنسبة للصلب الفعال بواسطة الميجاومتر . وعند انعدام العيوب يرسل الموصل المغناطيسى الى الاختبار . ويجرى تفكيك النير العلوى للموصل المغناطيسى الذى اجتاز الاختبارات ويجهز لتلبس الملفات عليه .

وعند اصلاح المحولات ذات الاستطاعة الغير كبيرة فى ورشات الاصلاح الكهربائى ولتلافى الفك لمرة اخرى يقام بتجميع الموصل المغناطيسى باكملة ولكن بدون حشو النير العلوى . وتلبس على قضبان هذا الموصل المغناطيسى ملفات الفلطية المنخفضة والعالية ويوضع العازل المطلوب وفقط بعد ذلك يقام بحشو النير العلوى ويجمع الموصل المغناطيسى الى ان يجهز كليا .



ان الوصف الوارد اعلاه لتكنولوجيا التجميع يعود الى الموصلات  
المغناطيسية الصبلمية ، ويفسر هذا بدخول غالبية المحولات مع  
الموصلات المغناطيسية ذات التثبيت الصبلمى الى حيز الاصلاح .  
غير انه لكون مصانع المحولات قد تحولت مؤخرًا الى انتاج موصلات  
مغناطيسية بتصميم خال من الصبالم فان عدد المحولات الجارى  
اصلاحها ذات الموصلات المغناطيسية كهذه قد اصبح يزداد كل عام .  
ولذا فانه من الانسب ايراد معلومات مختصرة عن بعض  
الخصائص المميزة لفك وتجميع هذه الموصلات المغناطيسية .  
والموصل المغناطيسى الخالى من الصبالم مثله مثل المشدود  
بصبالم الشد ، يوضع ويفك ويجمع بواسطة القلاب ولكن ببعض  
الاختلاف : يقام بارخاء الكبس (التفكيك) برفع علب الشد الخارجية  
وانصاف الأطر عن الانيار وذلك بقص وازالة الأطر عن القضبان .  
ولانعدام الثقوب فى الصفائح يجرى تجميع الموصل المغناطيسى  
بدون تثبيت الصفائح على القضبان الموجهة ، حيث يتطلب هذا  
الدقة المتناهية فى تنفيذ العمليات التجميعية والرقابة المستمرة لنوعية  
التجميع .

ويختلف طابع وتعاقب عمليات تجميع الموصلات المغناطيسية  
بالتصميم الصبلمى والخالى من الصبالم . وبعد وضع جميع الصفائح  
للموصل المغناطيسى الخالى من الصبالم توضع الشرائح والقدد الخشبية  
(من الزان) فى بروزات رزم القضبان مع المحافظة على ترتيب  
توزيعها بالشكل الذى كان عليه قبل فك الموصل المغناطيسى .  
وتثبت الشرائح والقدد بربطها على القضبان بواسطة شريط من القطن .  
ومن ثم يضم (يكبس) الموصل المغناطيسى الى حد بلوغ القياسات  
المطلوبة بواسطة تجهيزات كبس مؤقتة - ملازم او أطر شريطية ؛

وتكبس القضبان في البداية ومن ثم الانيار . وتزال عن الموصل المغناطيسي المكبوس التجهيزات الكابسة المؤقتة . وتركب أطر شريطية من الصلب بعد وضع شرائح من الكرتون الكهربائي تحتها مسبقا ومن ثم تشد بقوة معينة . وتمرر نهايات الاطر الشريطية من خلال ابرازيم مسلحة بطلاء عازل ، وبعد وضع حشوات من شرائح الكرتون الكهربائي تشد بكلاية شريطية او باخرى من سلاسل . وتثنى نهاية الشريط بضربة مطرقة في مكان خروج الشريط من نافذة الابزيم وتلحم على الاطار باللحام الكهربائي .

وتكبس الانيار بصبالم مؤقتة مدخلة في الثقوب الكائنة على نهايات عوارض النير . وبعد الضم تركيب انصاف الاطر وتشد بصواميل . ويفحص الموصل المغناطيسي المجمع والمكبوس نهائيا بالميجأومتر وذلك لقياس : مقاومة عازل انصاف الاطر ، عوارض النير ، والاطر من الصلب بالنسبة للصلب الفعال ؛ وتقاس المقاومة الاومية لكل حزمة وللموصل المغناطيسي ككل .

وينبغي عند الاصلاح (حينما يكون هذا بالامكان) استبدال الاطر من الصلب للقضبان باطر من الزجاج البلاستيكي . ان ضم القضبان باطر من الزجاج البلاستيكي هو اكثر حداثة ومثانة .

ومن الضروري عند اصلاح الموصلات المغناطيسية الخالية من الصبالم مراعاة المتطلبات التالية :

— يجب ان لا تزيد قيم الخلوص في اماكن التقاء رزم الصفائح المستقلة في الموصل المغناطيسي المجمع عن ٢,٥ ملم ، وقياس النتوءات البارزة عن ٢ مم ؛ ويجب ان لا يزيد عدد الصفائح ذات الانحرافات المذكورة عن ٥,٠٪ من المجموع الكلي ؛



— يسمح في اماكن التقاء الصفائح بتشخين رزمتها حتى ١٪ من سمك القضيب او النير ؛

— ويجب ان تكون الشرائط المؤرضة منظفة حتى اللمعان المعدني ، واما صفائح الصلب الفعال فلا تنظف في اماكن وضع المؤرضات ؛

— لا يسمح كبس الموصلات المغناطيسية بالاثقال ؛

— يسمح بانحراف الاطر الشريطية عند ازاحتها بما لا يزيد

عن ٥ مم ؛

— يجب ان تكون مقاومة عازل العناصر الهيكلية (عوارض

النير ، الاطر من الصلب وغيرها) ما لا يقل عن ٢ ميجاوم ؛

— عند الاختبار بالفلطية الملحقة لتيار متردد بذبذبة قدرها ٥٠

هيرتس ينبغي على عازل جميع القطع الضاغطة للموصل المغناطيسي للمحولات ذات الاستطاعة البالغة ٦٣٠٠ كيلوواط أمبير ان يصمد لمدة دقيقة واحدة لفلطية الاختبار بالنسبة للصلب الفعال وقدرها ٢ كيلوواط .

ويرسل الموصل المغناطيسي المرمم والمجمع كلياً الى قسم اللف لتركيب العازل وتركيب الملفات على قضبانها . ويقوم بهذا الجزء من اصلاح المحول في ورشات الاصلاح الكهربائي عمال لف وعزل المحولات . ويقام قبل المباشرة بالعمل بجلب ملفات الفلطية المنخفضة والعالية الى مكان العمل وكذلك كل اطقم القطع العازلة والمواد والادوات والعدة اللازمة . وتفحص بدقة نوعية وحالة الملفات والمواد المجلوقة الى المحول الجارى اصلاحه بواسطة المعايينات والاختبارات . ويباشر عند النتائج المرضية للمعاينات والاختبارات بتركيب العازل وتلبيس الملفات . ويقام لهذا الغرض بتفكيك (نزع

الصفائح) النير العلوى للموصل المغناطيسى ويركب على رفوف عوارض النير السفلية بكل محيطه عازل تعديل من شرائح خشب الزان (الشكل ٨٤ ، أ) بحيث يقع سطح الشرائح على مستوى واحد مع سطح النير . ومن ثم يركب عازل النير ٢ وبعد اخذ لوحين من الكرتون الكهربائى بسمك ٠,٨ - ١ مم تقص منهما قطعتان بطول يعادل ارتفاع الملف ويشكل نصف اسطوانة بشنئهما باتجاه الالياف حيث يقام بتلبيسهما على القضيب وتثبيتهما عليه مؤقتا بشريط من التفتا . وهنا يجب ان تغطى حواف احد نصفى الاسطوانة حواف النصف الآخر بمقدار ٣٠ مم . ويقام بتركيب الاسطوانة الرخوة المصنوعة على هذا النحو بحيث تقع قطاعات تراكب الواح كرتون الاسطوانة من جوانب قضبان الموصل المغناطيسى\* .

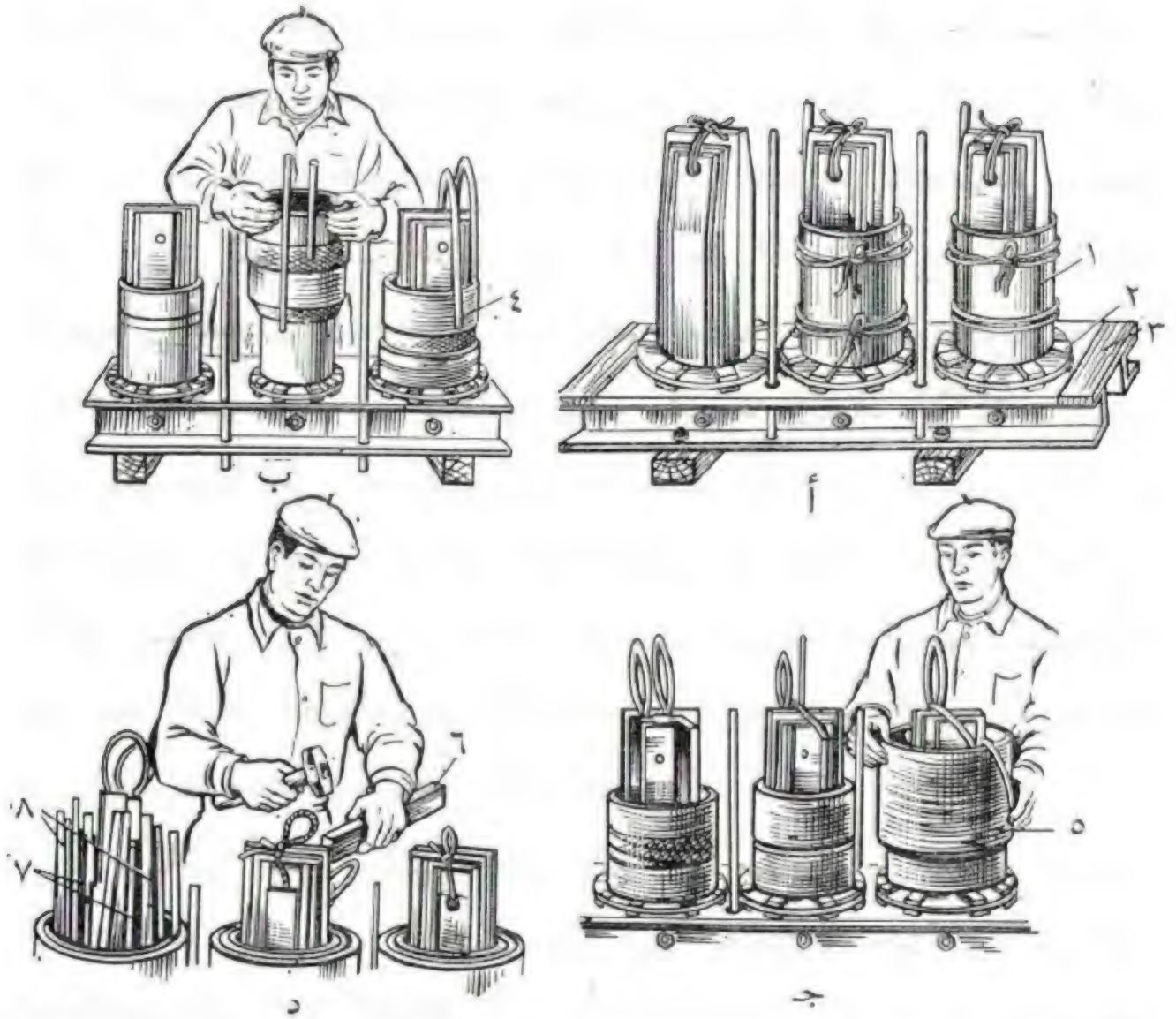
وبياشر بعد تركيب عازل النير والاسطوانات العازلة بتلبيس الملفات على القضبان ، حيث يقام بهذا يدويا للمحولات التى تبلغ استطاعتها الى ٦٣٠ كيلوفلط أمبير واما المحولات التى تزيد استطاعتها عن ٦٣٠ كيلوفلط أمبير فتلبس الملفات فيها بواسطة ادوات رفع وتلبس .

ويشاهد فى الشكل ٨٤ ، ب و ج التلبس اليدوى لملفات الفلطية المنخفضة والعالية على قضبان الموصل المغناطيسى للمحول . وتلبس فى البداية ملفات الفلطية المنخفضة على القضبان (الشكل ٨٤ ، ب) ، ومن ثم تتركب عليها ملفات الفلطية العالية بتطابق المركز (الشكل ٨٤ ، ج) وتنفذ هذه العمليات ابتداء من الطور

---

\* تستخدم الاسطوانات الرخوة فى المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٤٠٠ كيلوفلط أمبير وفى محولات ذات استطاعة اكبر اذا لم توجد اسطوانات صلبة للملفات .





الشكل ٨٤ . تركيب عازل النير وعازل قضبان الموصل المغناطيسي (١) ، تلبس ملف الفلطة المنخفضة للمحول على قضيب الموصل المغناطيسي (ب) ، تلبس ملف الفلطة العالية على ملف الفلطة المنخفضة (ج) ، واسفنة الملفات (د) :  
 ١ - اسطوانة رخوة من الكرتون الكهربائي (عازل القضيب) ، ٢ و ٣ - عازل النير وعازل التعديل ، ٤ - قضيب الموصل المغناطيسي ، ٥ - ملف الفلطة العالية ، ٦ - قضيب دق ، ٧ - قضبان مستديرة المقطع ، ٨ - شرائح

الطرفي . ويمنع تجليس الملفات بضربات الشاكوش لتلافي تشويهها والاضرار بعازل اللفات .

ويجب عند تلبس الملفات ان تكون اطرافها الخارجة (اطراف السحب) واقعة بشكل صحيح بالنسبة الى الموصل المغناطيسي والى بعضها البعض : ويجب ان تقع الاطراف الخارجة لملفات الفلطة

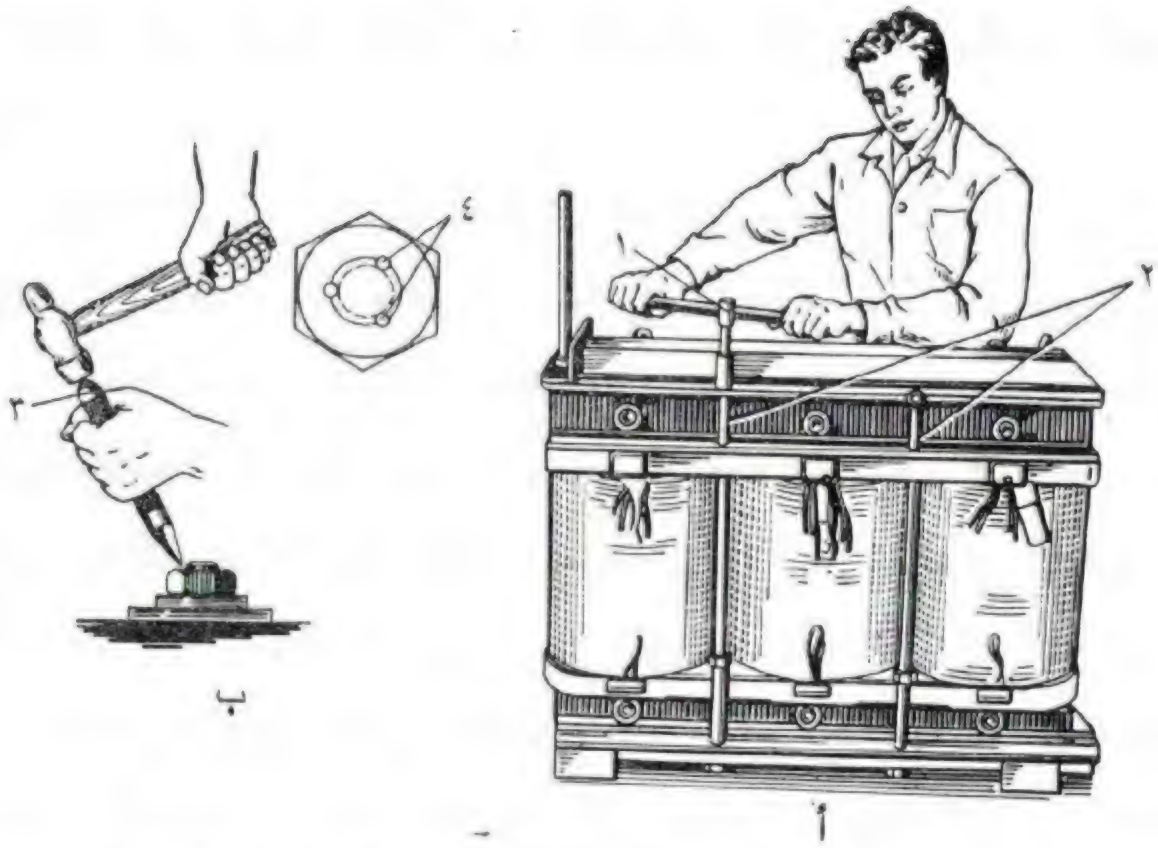
المنخفضة في الجهة المعاكسة للاطراف الخارجة لملف الفلطة العالية .

وبعد تلبس الملفات تجرى اسفنتها بشرائح من خشب الزان ٨ (الشكل ٨٤ ، د) وقضبان مستديرة المقطع ٧ . ويوضع لهذا الغرض لفافتان من الكرتون الكهربائي بين ملفات الفلطة العالية والفلطة المنخفضة واما بين اللفافتين فتوضع لعمق ٣٠ - ٤٠ مم شرائح مستطيلة مدلكة بالبارافين مسبقا حتى لا تقوم بايذاء اللفافتين . وبعد ذلك يبدأ بدق كل زوج من الشرائح المتقابلة على التناوب . فاذا كانت الشرائح تدخل بصعوبة فانه يقام يكشطها او استبدالها باخرى ارق منها . واما الشرائح التي تدخل بسهولة فتوضع تحتها شرائط رقيقة من الكرتون الكهربائي .

وبعد اسفنة ملفات الفلطة العالية تجرى اسفنة ملفات الفلطة المنخفضة بنفس الطريقة بقضبان مستديرة المقطع وشرائح مشكلة تدق بين الاسطوانة ودرجات قضيب الموصل المغناطيسي . وتوزع القضبان والشرائح على طول الملف كله .

ويجرى تجليس القضبان ٧ والشرائح ٨ بضربات الشاكوش على قضيب الدق ٦ ، المصنوع من الخشب او الفبر مع تلافي الضربات الشديدة القادرة على شق نهاية القضيب او الشرائح اثناء الدق . وللحفاظ على الشكل الاسطوانى للملفات تدق القضبان مستديرة المقطع في البداية ومن ثم الشرائح . واما القضبان والشرائح التي بلغت مستوى صلب الموصل المغناطيسي فيجرى تجليسيها كذلك بضربات الشاكوش خلال قضيب دق بحيث يحرص على عدم الحاق الضرر بصفائح الموصل المغناطيسي او بعازل الملف .





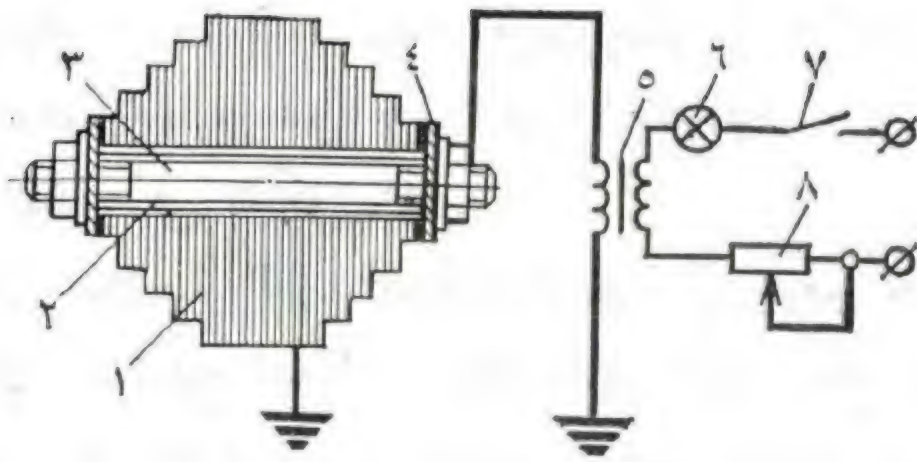
الشكل ٨٥ . كبس الملفات بصبالم رأسية (أ) وسبكة الصواميل  
على الصبلمة الرأسية (ب) :

١ - مفتاح صواميل طرفي ، ٢ - صبالم رأسية ، ٣ - سنك ، ٤ - نقرات السنك

وإذا كانت قضبان الموصلات المغناطيسية للمحولات مشدودة على طول ارتفاعها بصبالم الشد التي تبرز نهاياتها من فوق مسطح القضيب فانه توضع على القضبان مسبقا ، قبل تجليس الملفات ، شرائح مشكلة ذات ثقب تغطس فيها نهايات الصبالم مع صواميلها ومن ثم يركب ملف الفلطة المنخفضة ويؤسفن على القضبان :

وبانتهاء الاسفنة يركب عازل النير العلوى وتثنى نهايات الملفات وتعد للحام المخطط الكهربائي ولتوصيلها بالاطراف الخارجة . وبعد هذا تحشى صفائح النير العلوى مع تنفيذ كل العمليات تماما كما ذكر عند تجميع الموصل المغناطيسى .

وبانتهاء حشو النير العلوى وتركيب عازل النير وعوارضه تدخل



الشكل ٨٦ . مخطط كهربائي لاختبار عازل صلب الشد للموصل المغناطيسي :  
 ١ - الصلب الفعال للموصل المغناطيسي ، ٢ - ماسورة عازلة من الورق والباكيليت ،  
 ٣ - صبلمة شد ، ٤ - منيم من الصلب او عارضة النير ، ٥ - محول اختبار ،  
 ٦ - لمبة (مصباح) توهج ، ٧ - مفتاح فصل ، ٨ - مغير مقاومة

فى الثقوب الموجودة فى رفوف عوارض النير الصلبام الرأسية المنزوعة سابقا وتكبس الملفات (الشكل ٨٥ ، أ) بشد الصواميل على الصلبام بانتظام بواسطة مفتاح صواميل طرفى . وبعد هذه العمليات يفحص مرة اخرى موقع القطع العازلة وتقاس بالميجاومتر مقاومة عازل الصلبام وتسبك الصواميل على الصلبام فى ثلاث نقاط (الشكل ٨٥ ، ب) حتى لا تنفك اثناء عمل المحول .

وتفحص فى ظروف الاصلاح مقاومة عازل صلبام الشد وعوارض النير للموصل المغناطيسى بميجاومتر يعمل على ١٠٠٠ - ٢٥٠٠ فولط . وتكون قيمة مقاومة العازل غير معيرة . وانطلاقا من خبرة اصلاح وتشغيل المحولات يعتبر بان مقاومة عازل هذه الاجزاء من الموصل المغناطيسى يجب ان لا تقل عن ١٠ ميجاأوم .

وفى مصانع الاصلاح المختصة وفى عنابر الاصلاح الكهربائى للمؤسسات الكبرى التى فى حوزتها وحدات اختبار ، يقام باختبار متانة عازل صلبام الشد لمدة دقيقة واحدة بتيار متردد



ذى فلطية تبلغ ٢٠٠٠ فلت . ولهذا الغرض يمكن فى ظروف الاصلاح استخدام محول فلطية يعمل على ٦ او ١٠ كيلوفلت ، يشغل حسب المخطط الظاهر فى الشكل ٨٦ .

وعند صلاحية العازل الجارى فحصه لن يتوهج خيط اللبة ٦ او سيكون له توهج ضعيف\* . وعند خرق العازل يسطع نور اللبة نتيجة للقصر فى دائرة الملف الثانوى لمحول الفلطية ولمرور تيار التقصير فى هذه الدائرة وخلال خيط اللبة . ويمكن فى المخطط المذكور استبدال لمبة التوهج بأمبيرمتر عادى . وتكون العمليات الختامية لمرحلة التجميع الاولى هى تجميع الملفات وتوصيل المخطط الكهربائى لها .

تجميع وتوصيل المخطط الكهربائى للملفات . تكون ملفات

المحولات الحديثة ، المستخدمة فى الوحدات الكهربائية للمؤسسات الصناعية كقاعدة ، موصولة حسب مخطط «نجمة» وفقط فى الحالات النادرة وفى العديد من المحولات ذات التصميم القديمة تكون موصولة حسب مخطط «مثلث» . وتوصل نهايات الملفات باللحام القصديرى الذى ينجز بكاويات لحام خاصة .

ويستخدم فى الممارسة العملية للاصلاح بشكل واسع اللحام بمونة من القصدير والرصاص (٥٨٪ رصاص و ٤٠٪ قصدير و ٢٪ انثيمون) بواسطة كاوية لحام ذات القوس الكهربائى وذلك لتوصيل نهايات ملفات المحولات ذات الاستطاعة الصغيرة .

---

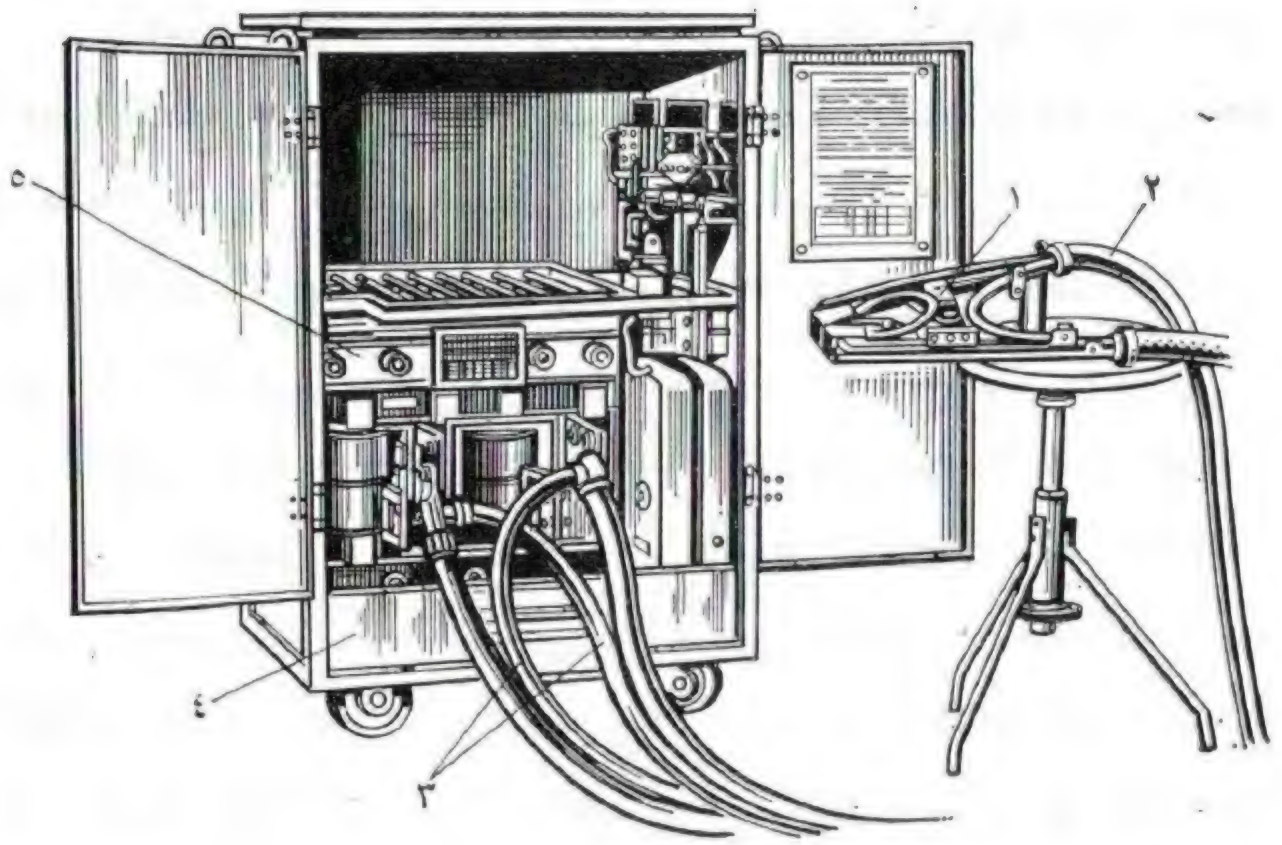
\* تختار قوة اللبة مع الاعتبار بان لا يتوهج خيطها فى نظام التشغيل البطئ\*  
لمحول الفلطية .

وتنظف نهايات الملفات بسكين ، وبعد وضعها فوق بعضها البعض بقطاع طوله ١٥ - ٣٠ مم (تبعاً لمقطع الاسلاك) توحد بواسطة قامطة من شريط نحاسي مبيض بالقصدير بسلك ٠,٢٥ - ٠,٤ مم . وعند انعدام الشريط النحاسي يوضع رباط سلكي على قطاع اللحام من سلك نحاسي مبيض بالقصدير بسلك ٠,٥ مم .

وقبل البدء باللحام ينظف القطاع الجارى توصيله من الشحوم ويعالج بالصهور ويبيض بالقصدير . ويستخدم صمغ الصنوبر دائما كصهورات عند التبييض بالقصدير ولحام الاسلاك النحاسية للملفات بمونة لحام من القصدير والرصاص . وتنصهر مونة اللحام عند حرارة ٢٣٥° م . ولا تتمتع التوصيلات المنجزة بواسطة مونة اللحام من القصدير والرصاص بمقاومة عالية للحرارة ولا بمتانة ميكانيكية ولذا تستخدم فى المحولات ذات الاستطاعة الكبيرة مونة لحام من النحاس والفوسفور (٩٢,٥٪ نحاس و ٧,٥٪ فوسفور) التى تنصهر عند حرارة تقرب من ٧١٥° م لتوصيل نهايات الملفات وبالاخص لتوصيلها بالاطراف الخارجة . ويجرى اللحام بهذه المونة بواسطة ملاقط لحام . وتغطى الملفات اثناء اللحام بصفائح من الكرتون الكهربائى لوقايتها من التضرر برذاذ مونة اللحام او من لمسها عفويا بالكاوية المسخنة .

ولانجاز اعمال اللحام الكهربائى تستخدم بنجاح عند اصلاح المحولات ، اجهزة اللحام الكهربائى من نوعين وذلك حسب التيار ، اى تعمل على ٢٠٠٠ و ٤٠٠٠ أمبير . ويتكون جهاز اللحام الكهربائى (الشكل ٨٧) من صندوق معدنى ٤ على عجلات يقع بداخله المحول ٥ مع اجهزة التحكم .





الشكل ٨٧ . جهاز اللحام الكهربائي لمؤسسة «موس انيرجوريمونت» :  
 ١ - ملاقط اللحام الكهربائي ، ٢ - موصل تيار الملاقط ، ٣ - خرطوم ماء  
 التبريد ، ٤ - صندوق ، ٥ - محول مع اجهزة التحكم

ويقام بلحام الاسلاك بملاقط اللحام الكهربائي ١ الموصولة بالمحول مع اجهزة التحكم وذلك بواسطة الموصل المرن للتيار ٢ ذي التبريد المائي . ويتم ايصال ماء التبريد الى الجهاز وابعاده عنه بواسطة الخرطوم ٣ .

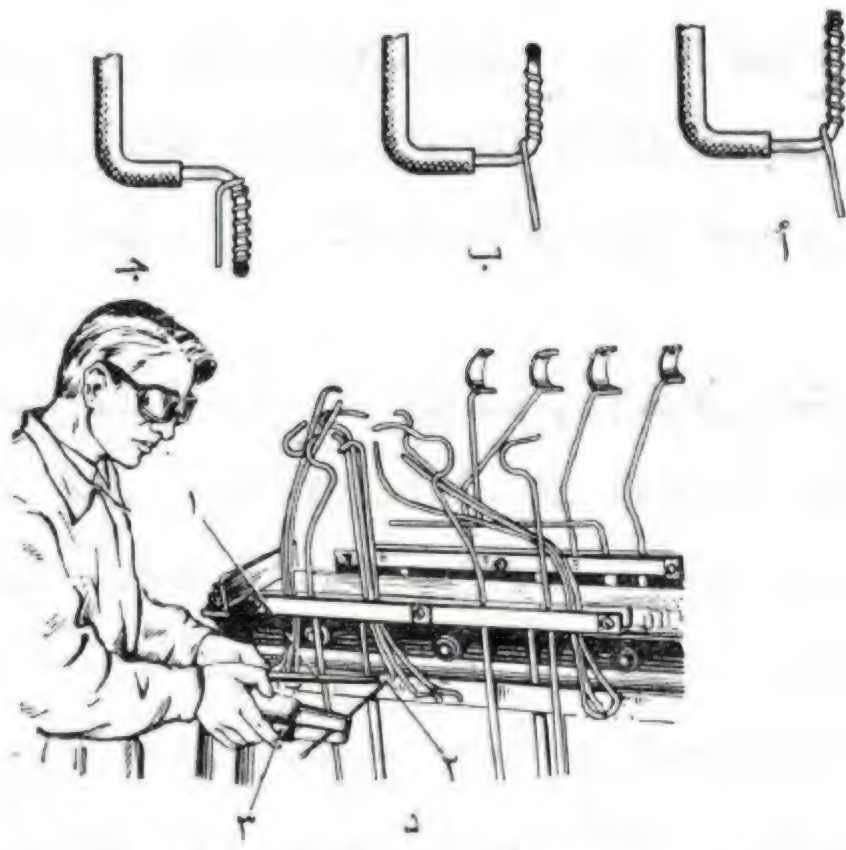
وتنظف بعد اللحام قطاعات توصيل الاسلاك من دقائق مونة اللحام البارزة وتعزل بورق على اساس مطاطي وقماش مورنش بعرض ٢٠ - ٢٥ مم يوضعان بطبقتين ، وبنصف تركيبة وتطلى بورنيش . وتوصل نهايات ملفات المحول بواسطة الاطراف الخارجة بملامسات المبدل وبالقضبان الحاملة للتيار لاطراف الادخال . والطرف الخارج هو عبارة عن قطعة من سلك مستدير او من قضيب مستطيل المقطع يوجد على احدى نهايتيه مهدي . وتستخدم المهدئات

(انظر الشكل ٥٠) لوقاية الطرف الخارج من الانقطاع عند تحرك القلب المغناطيسى داخل الخزان اثناء النقل وكذلك لتعويض الانحرافات عن المسافات المطلوبة فى الاتجاه الرأسى بين الموصل المغناطيسى وغطاء الخزان .

وتستخدم عند الاصلاح ، كقاعدة ، الاطراف الخارجة للمحول المنزوعة عند الفك . واذا كانت الاطراف الخارجة معطوبة لدرجة لا تكون معها صالحة للاستخدام اللاحق ، يقام بتجهيز اطراف اخرى جديدة من سلك مستدير أو من قضبان مستطيلة المقطع حسب النماذج المعطوبة . وتوضع علامة على قطعة السلك (القضيب) وتثنى بعد تسخينها مع ضبطها حسب مكانها . وتستخدم اسلاك نحاسية عارية للاطراف الخارجة لملفات الفلطة المنخفضة واسلاك معزولة او كابل مرن للاطراف الخارجة للفلطة العالية . وتوصل المهدئات مع الاطراف الخارجة والاخيرة باطراف السحب لملف الفلطة العالية باللحام القصديرى او الكهربائى (الشكل ٨٨ ، أ ، ب ، ج) . ويجرى اللحام بمونة القصدير والرصاص او النحاس والفوسفور بالتراكيب بواسطة ملاقط اللحام الكهربائى ويشاهد فى الشكل ٨٨ ، د عملية لحام الاطراف الخارجة من السلك المستدير لملفات الفلطة العالية .

وتعزل اماكن توصيل الاطراف الخارجة بنهايات الملفات بورق على اساس مطاطى او بقماش مورنش مقصوص الى شرائط بعرض ٢٥ - ٣٠ مم . وتلف القطاعات المعزولة بطبقة واحدة من شريط الورق القطنى بعرض ١٥ - ٢٠ مم الذى يوضع بنصف تركيبة ومن ثم تطلى بطبقتين من الورنيش . ويقوم شريط الورق القطنى والطلاء الورنيشى بحماية العازل الاساسى على قطاع التوصيل . وتطلى كذلك





الشكل ٨٨ . عمليات لحام الاطراف الخارجة لملفات الفلطة العالية :  
 أ- التحضير للحام ، ب - اللحام المنجز ، ج- التحضير للغزل ، د- لحام طرف  
 الاخراج على طرف السحب للملف ؛ ١- ملقط ، ٢- قابض الخطاف ، ٣ -  
 الطرف الخارج الجارى لحامه

الاطراف الخارجة (عدا السطوح التلامسية) كيلا تتأكسد بالورنيش  
 بعد ازالة الشحوم عنها بالبترزين مسبقا . وعندما تكون الاطراف  
 الخارجة من السلك المستدير معزولة على طولها بمواسير من الورق  
 والبأكيليت ، فانه تعزل فقط اماكن التقاء المواسير بقماش مورنش .  
 وفي هذه الحالة يراعى بان لا تكون اماكن التقاء المواسير فى مكان  
 تثبيت الاطراف الخارجة بالشرائح وان تكون (اى اماكن الالتقاء)  
 مزاحة بالنسبة لاماكن التقاء الاطراف الخارجة المجاورة بما لا يقل  
 عن ٥٠ مم . وتثبت الاطراف الخارجة على عوارض النير بشرائح  
 خشبية . وتعزل قطاعات تثبيت الاطراف الخارجة بطبقتين من قماش  
 مورنش .

تتكون القطع العازلة للجزء الفعال عادة من مواد ذات الياف (الخشب ، الكرتون الكهربائي ، الورق) تمتص الرطوبة الموجودة في الهواء المحيط بشدة مما يؤدي الى خفض خصائصها العازلة للكهرباء . ولضمان المتانة الكهربائية للعازل يعرض الجزء الفعال للمحول للتجفيف الذي تزال اثناءه الرطوبة من عازله الصلب .

وتوجد طرق مختلفة لتجفيف قلوب المحولات (فمثلا بطريقة فقدان التأثير الكهروطيسي في صلب الخزان ، وفي خزانة تجفيف خاصة ، وبالشعة تحت الحمراء ، وبالنفخ بالهواء وتحت جهاز التفريغ وبتيارات التقصير وغيرها) مع حسناتها وسيئاتها . غير انه عند اصلاح المحولات في العنابر الكهربائية للمؤسسات الصغيرة التي لا تملك معدات خاصة ، يكون التجفيف الاسهل منالا هو تجفيف الجزء الفعال بطريقة التسخين الناتج عن فقدان التأثير الكهروطيسي في صلب الخزان . ويتلخص جوهر هذه الطريقة في انه عند مرور تيار متردد في الملف المؤقت الممغنط (بكسر النون) الموضوع على الخزان ، يتكون مجال مغناطيسي قوى واما في جدران الخزان فتنشأ تيارات دوامة تقوم عند انغلاقها عبر صلب الخزان بتسخينها . وفي هذه الحالة تسخن جميع الاجزاء المعدنية داخل الخزان مما يساعد على تبخر الرطوبة من عازل الملفات والموصل المغناطيسي .

ويجرى تجفيف المحول بهذه الطريقة كما يلي : يدفأ خزان المحول بطبقة واحدة او بطبقتين من صفائح الاسبست او الالياف الزجاجية . ويوضع على الخزان ملف مؤقت ممغنط تم انجازه بسلك عليه عازل اسبستي . وتتوقف طرق وضع الملف الممغنط على تصميم الخزان . ويتوقف عدد لفاته على ابعاد المحول :

$$\omega = AU/L$$



حيث ان  $A$  - معامل التناسب الذى يتوقف على القدرة (الاستطاعة) النوعية  $\Delta p$  المعبر عنها بالكيلوواط لكل  $1 \text{ م}^2$  من سطح الخزان المشغول بالملف ؛  $U$  - فلطية مصدر التغذية ، فلط ؛  $L$  - طول محيط الخزان ، م .

ولتسخين جدران خزان المحول تؤخذ القدرة النوعية مساوية  $1 - 2$  كيلوواط/ $\text{م}^2$  واما لتسخين قاع الخزان بافران كهربائية فتؤخذ مساوية  $2,5 - 3$  كيلوواط/ $\text{م}^2$  . ويختار معامل التناسب تبعا للقدرة النوعية المتبعة . وتحدد القدرة اللازمة لتسخين المحول (كيلوواط) بالمعادلة :

$$P = \Delta p L h$$

حيث ان  $h$  - ارتفاع الخزان المشغول بالملف ، م .  
ومن ثم يوضع على الجزء الفعال للمحول عدة مزدوجات حرارية وبعد ادخاله فى الخزان يغلق الاخير بغطائه الذى تركيب عليه اطراف ادخال مؤقتة بدلا من الثابتة . وتركب على الخزان من الخارج موازين حرارة يتم حسب قراءاتها التحكم بدرجة حرارة تسخين الملف . وتفحص بشكل دورى ، اثناء عملية التجفيف ، مقاومة عازل الملف حيث يتم بواسطتها الحكم على مجرى العملية . وتركب سدادات مؤقتة فى الفتحات الموجودة فى الغطاء . وتستبدل الحشوة المطاطية الكائنة بين الخزان وغطائه باخرى مقاومة للحرارة من الكلنجيريت او البارونيت (قماش من الاسبست والمطاط) . ويزال الحاجز من الماسورة الواقية مؤقتا لاجراج الهواء من الخزان اثناء التجفيف ؛ واذا لم تكن هناك ماسورة واقية ، يجرى استخدام احدى الفتحات الموجودة فى غطاء الخزان لتركيب ماسورة التهوية فيها . ويرد نظام تجفيف عازل المحولات بطريقة فقدان التأثير الكهروطيسى فى صلب الخزان فى الجدول رقم 2 .

## نظام التجفيف لعازل المحولات

أرقام البنود بالتسلسل	اسماء العمليات وتعاقبها	درجة الحرارة، °م		طول مدة العمليات، بالساعات
		لجدران الخزان	للجدران الخزان	
١	الرفع المنتظم لدرجة حرارة الجدران ( بمقدار ١٠ - ٢٠ °م في الساعة الواحدة )	الى حد ٨٠	٦٠	٦-٤
٢	دمج تسخين الهواء الوارد مع التهوية	٨٠	٦٠	—
٣	الرفع المنتظم لدرجة الحرارة في الخزان ( بمقدار ١٠ °م في الساعة الواحدة )	١٢٠-١١٥	١٠٥	٦-٤
٤	خفض درجة حرارة المحول	٦٠-٥٠	٦٠-٥٠	٣-١
٥	رفع درجة حرارة الهواء في الخزان وتسخين الجزء الفعال	١٢٠-١١٥	١٠٥	٣-١
٦	الابقاء على درجة الحرارة الثابتة للجزء الفعال لتحديد نهاية عملية التجفيف	١٢٠-١١٥	١٠٥	٨-٦
٧	خفض درجة حرارة الجزء الفعال بالتدريج	٨٠-٦٠	٨٠-٦٠	٥-٣
٨	ملء الخزان بزيت فظيف غير رطب	٨٠-٦٠	٨٠-٦٠	٢-١



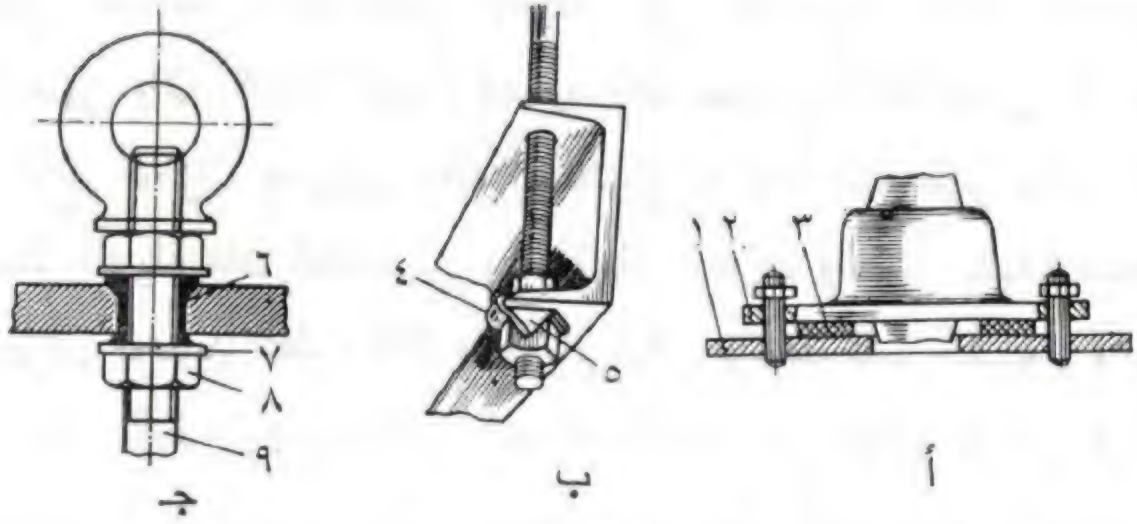
رقم البنود بالتسلسل	اسماء العمليات وتعاقبها	درجة الحرارة، م°		طول مدة العمليات، بالساعات
		لجدران الخزان	للجدران في الخزان	
٩	تبريد المحول	٥٠-٤٠	٥٠-٤٠	٣-٢
١٠	اخراج الجزء الفعال وتفقدته بمرور ٨-١٢ ساعة من بعد ملء الخزان بالزيت	٥٠-٤٠	—	—

ملاحظات :

- ١ - تكرر العمليات الواردة في البندين ٤ و ٥ لعدة مرات خلال ١٠ - ٣٠ ساعة.
- ٢ - تنهى عملية تجفيف العازل عندما لا تتغير مقاومة الملفات خلال ٦ - ٨ ساعات عند حرارة ثابتة ١٠٥ م° في الخزان .
- ٣ - يجب ان تكون حرارة الجزء الفعال لحظة تفقده اعلى من حرارة الهواء المحيط بمقدار ١٠ - ٢٠ م° .

ويجرى بعد الانتهاء من التجفيف ما يسمى «بتسوية» الجزء الفعال حيث يكبس عندها الملف بالصبالم الرأسية اضافيا وتشد الصواميل على الصبالم الكابسة لنيرى الموصل المغناطيسى العلوى والسفلى . وتفحص بعد تسوية القلب مقاومة عازل كل من الملف وصبالم الشد وعوارض النير ومن ثم ينتقل الى عمليات المرحلة الثانية لتجميع المحول .

وعند تجميع المحولات الخالية من خزانات التمدد ، والتي تقع اطراف الادخال لها على جدران الخزان يقام فى البداية بادخال



الشكل ٨٩ . طرق انجاز عمليات التجميع المستقلة :

أ - تركيب الحشوة المطاطية تحت شفة طرف الادخال ، ب - تركيب الوردة للحيلولة دون الانفكاك الذاتي للصمولة على الطرف السفلى لصبلمة الرفع ، ج - حشوة الطرف العلوى لصبلمة الرفع فى مكان مرورها خلال غطاء المحول ؛ ١ - غطاء المحول ، ٢ - شفة طرف الادخال ، ٣ - حشوة راصة من المطاط المقاوم للزيوت ، ٤ - ثنية الوردة المشككة على عارضة النير ، ٥ - ثنية زاوية الوردة على حافة الصمولة ، ٦ - حشوة راصة من خيط اسبستى مشبع بورنيش ، ٧ - وردة من الصلب ، ٨ - صمولة ، ٩ - صبلمة رفع

الجزء الفعال فى الخزان وتركيب اطراف الادخال وتوصيل الاطراف الخارجة للملفات بها وبالمبدل ومن ثم يركب الغطاء على الخزان . وتركب اغطية المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٥٦٠ كيلوواط أمبير على صبالم الرفع للقلب وتجهز كاملا بالقطع اللازمة واما المحولات ذات الاستطاعة الاكبر فتجهز اغطيتها على حدة وتثبت فى هيئة التجميع الكامل على صبالم الرفع للجزء الجوفى او على الخزان . ويعار فى هذه الحالة انتباه خاص الى صحة تركيب الحشوات الراصة وممانعة شد الصواميل وصحة توصيل الاطراف الخارجة باطراف الادخال وبالمبدلات ، وانجاز الحشوات التى تستبعد تسرب الزيت . وتشاهد طرق انجاز عمليات التجميع المستقلة فى الشكل ٨٩ . ويجرى عند تركيب صبالم الرفع ، ضبط طولها بحيث يركب الجزء

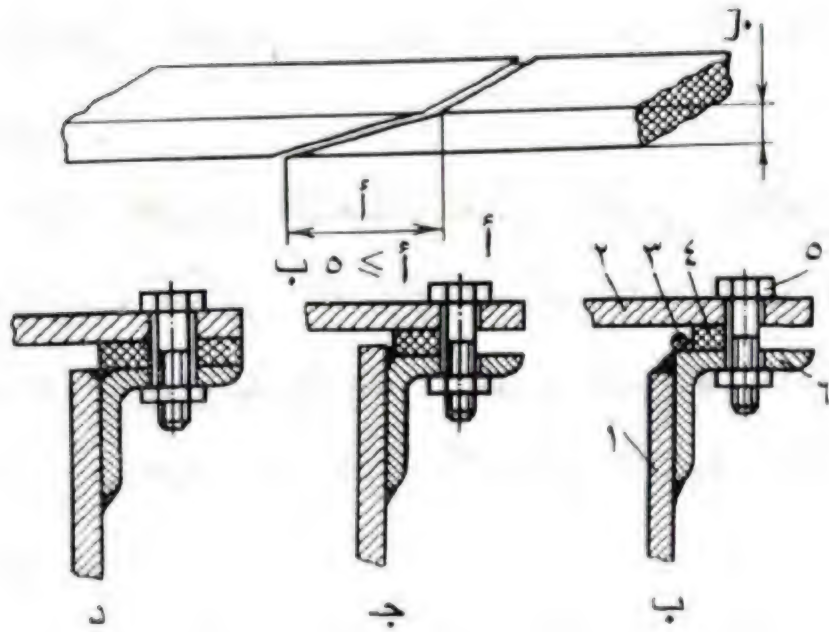


الجوفى للموصل المغناطيسى والغطاء على اماكنهما بشكل صحيح .  
واذا ظهر وان كانت الصبالم قصيرة فان الموصل المغناطيسى لن يصل  
الى قاع الخزان وسيبقى معلقا بالصبالم ، واما اذا ظهر وان كانت  
الصبالم طويلة فان الغطاء لن يبلغ اطار الخزان وستنشأ بينهما فسحة .  
ويجرى تحديد الطول اللازم لصبالم الرفع بواسطة قدة خشبية . ويقاس  
بها عمق الخزان مع تحديد المسافة الواقعة من النقطة السفلى لارتكاز  
الموصل المغناطيسى وحتى موضع الصمولة السفلى مع الوردة على  
الطرف العلوى للصبلمة . ويضبط طول الصبالم بتحريك الصواميل  
عليها . وتشد مثبتات الصبالم بدقة على عوارض النير .

ويعلق الجزء الجوفى مع الغطاء المثبت عليه بحلقات الرفع  
بواسطة حبال معدنية ويرفع بونش ويدلى به فى الخزان ببطء مع  
مراعاة اجراءات الحيطه التى تستبعد اصابة العاملين والاضرار باجزاء  
مستقلة من المحول .

وتوضع بين الغطاء واطار الخزان حشوة راصة من الواح المطاط  
المقاوم للزيوت بسمك ٦ - ١٢ مم وينفذ قطع مائل على اطراف  
الحشوة فى مكان التقائها (الشكل ٩٠ ، أ) .

وتركب الحشوة باحدى الطرق (المبينة فى الشكل ٩٠ ، ب ،  
ج ، د) التى تستبعد امكانية خروجها بالضغط الى داخل الخزان .  
وعند التحشية الراصة لخزان المحول بالطرق المبينة فى الشكل ٩٠ ،  
ب ، ج تؤخذ قياسات الحشوات الراصة تبعا لقياسات اطار الخزان .  
وحتى لا تنزاح الحشوة اثناء تركيب الغطاء يقام بلصقها على اطار  
الخزان بعد ازالة الشحوم بالبنزين عن سطوح الحشوة والاطار مسبقا .  
ويركب الغطاء على اطار الخزان مع شد البراغي على طول محيطه  
بانظام . وتركب على الغطاء الاذرع الحاملة التى يثبت عليها خزان



الشكل ٩٠ . غلق الخزان باحكام بواسطة حشوة من المطاط المقاوم للزيوت :  
 أ- انجاز مكان التقاء الحشوة ، ب ، ج ، د- طرق تركيب الحشوة الراسية ؛  
 ١ - جدار الخزان ، ٢ - غطاء المحول ، ٣ - حاصر (محدد) من سلك من الصلب  
 بقطر ٥ - ٥ مم ، ٤ - حشوة من المطاط ، ٥ - برغى ، ٦ - اطار الخزان

التمدد مع مؤشر مستوى الزيت بواسطة البراغي ومن ثم تركيب  
 الماسورة الواقية بعد التحقق مسبقا من سلامة الحاجز الزجاجي  
 واحكام تركيبه على نهاية الماسورة . وتوضع بين الشفة السفلى للماسورة  
 وغطاء المحول حشوة راسية من مطاط مقاوم للزيوت . ويركب فيما  
 بعد المرحل والقاطع الواقى النافذ .

وبعد الانتهاء من تجميع المحول وقبل ملئه بالزيت يقام مرة  
 اخرى بفحص المتانة الكهربائية لعازل الملفات بميجأومتر يعمل  
 على ١٠٠٠ فلت . ويملأ المحول بزيت محولات غير رطب ذى  
 متانة كهربائية مناسبة الى المستوى المطلوب، المحدد بالعلامات  
 الموجودة على مؤشر مستوى الزيت لخزان التمدد . ويجرى بعد  
 ملء المحول بالزيت تفقد احكام غلق التسليحات والقطع المركبة



على الغطاء وكذلك انعدام تسرب الزيت من الوصلات وخطوط اللحام الموجودة .

وعند انتفاء العيوب المعيقة للعمل الطبيعي والآمن ، يعرض المحول للاختبارات الكهربائية والهدف من اختبارات المحول هو فحص مواصفاته الكهربائية ونوعية الاعمال المنجزة اثناء الاصلاح . ويجرى اختبار المحول المعرض للاصلاح الشامل اثناء الاصلاح وبعده على حد سواء .

وحال تجهيز ملفات جديدة اثناء الاصلاح يقاس عدد الملفات ويجرى التحقق من انعدام التقطع وتماس الملفات فى الملف . وبانتهاء المرحلة الاولى للتجميع (تجميع الجزء الفعال) توصل الملفات مؤقتا حسب المخطط المطلوب ويحدد معامل التحويل على جميع التفريعات وعلى مجموعة توصيل الملفات ويقام باختبار عازل صلب الشد . ويجرى ثانية ، بعد التجميع النهائى وقبل تجفيف القلب المغناطيسى تحديد معامل التحويل وفحص مجموعة توصيل الملفات وتقاس مقاومة عازلها . ولمراجعة نوعية اللحامات واماكن التلامس تفحص مقاومة الملفات للتيار المستمر . ويجرى اثناء التجفيف بطريقة فقدان التأثير الكهربوسى فى صلب الخزان قياس مقاومة العازل ودرجة حرارة التجفيف ومدته ، واما عند التجفيف تحت جهاز التفريغ فبالاضافة لماورد تقاس قيمة التفريغ (الضغط الناقص) وكمية الرطوبة المتكثفة .

ويعرض المحول الذى تم اصلاحه للاختبارات التى يدخل فى حجمها ما يلى : قياس مقاومة عازل الملفات ؛ تحديد معامل التحويل ؛ قياس مقاومة الملفات للتيار المستمر ؛ فحص مجموعة توصيل الملفات ؛ قياس فقدان التيار وتيار التشغيل البطئ (تجربة

التشغيل البطيء) ؛ قياس فقدان الفلطية وفلطية تقصير الدائرة (تجربة تقصير الدائرة) ؛ اختبار احكام غلق الخزان والتمتانة الكهربائية للعازل . وترد فلطيات الاختبار للمحولات الزيتية مع اطراف الادخال في الجدول رقم ٣ .

وتدون نتائج جميع الاختبارات في محاضر يشار فيها كذلك الى الاجهزة والطرق التي استخدمت اثناء الاختبارات . وهذه المعطيات ضرورية لمقارنة النتائج الحاصلة مع نتائج الاختبارات السابقة ، التي جرت في اوقات مختلفة قبل الاصلاح الحال للمحول . ويجب ان تنفذ اختبارات المحولات الخارجة من حيز

الجدول ٣

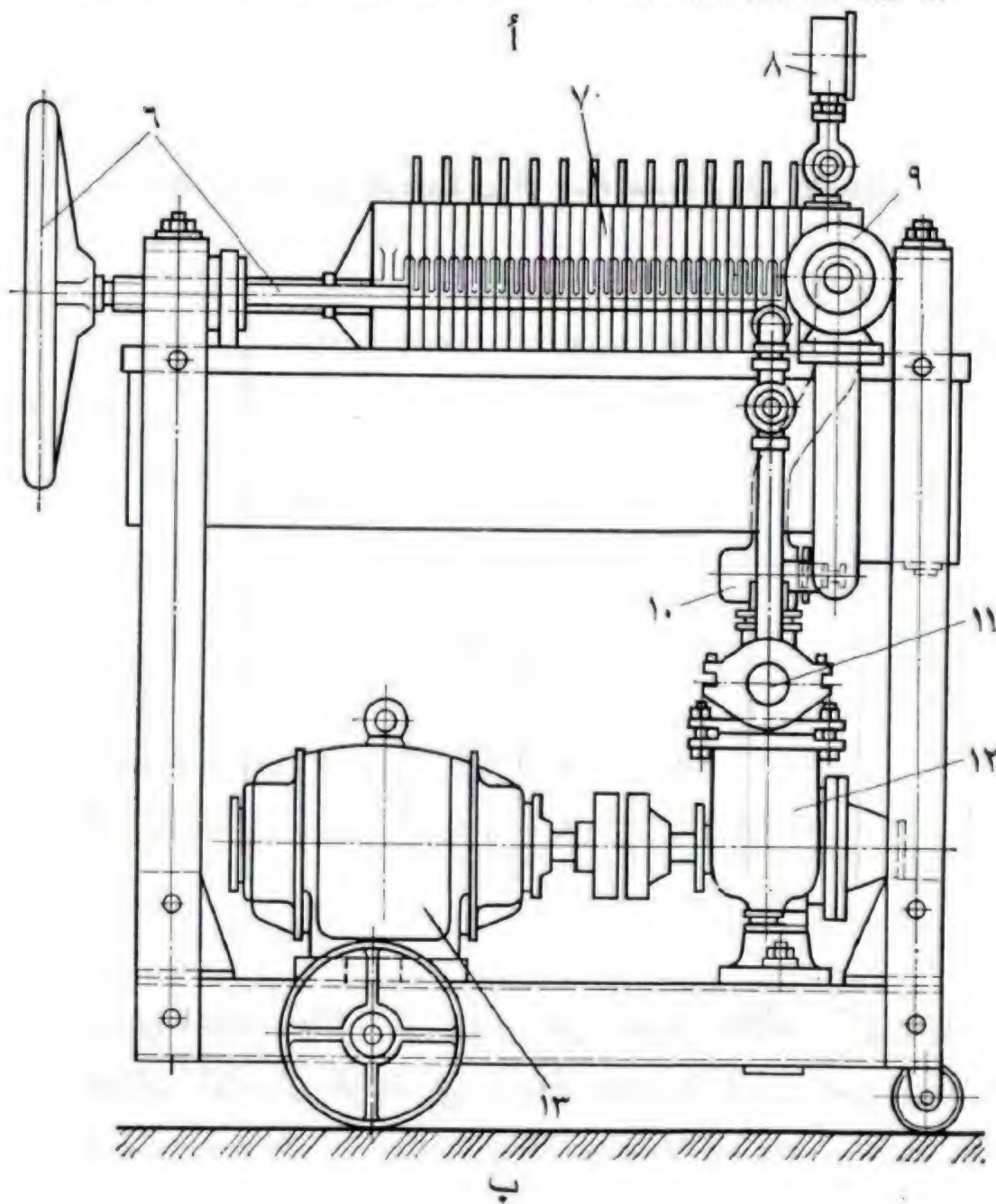
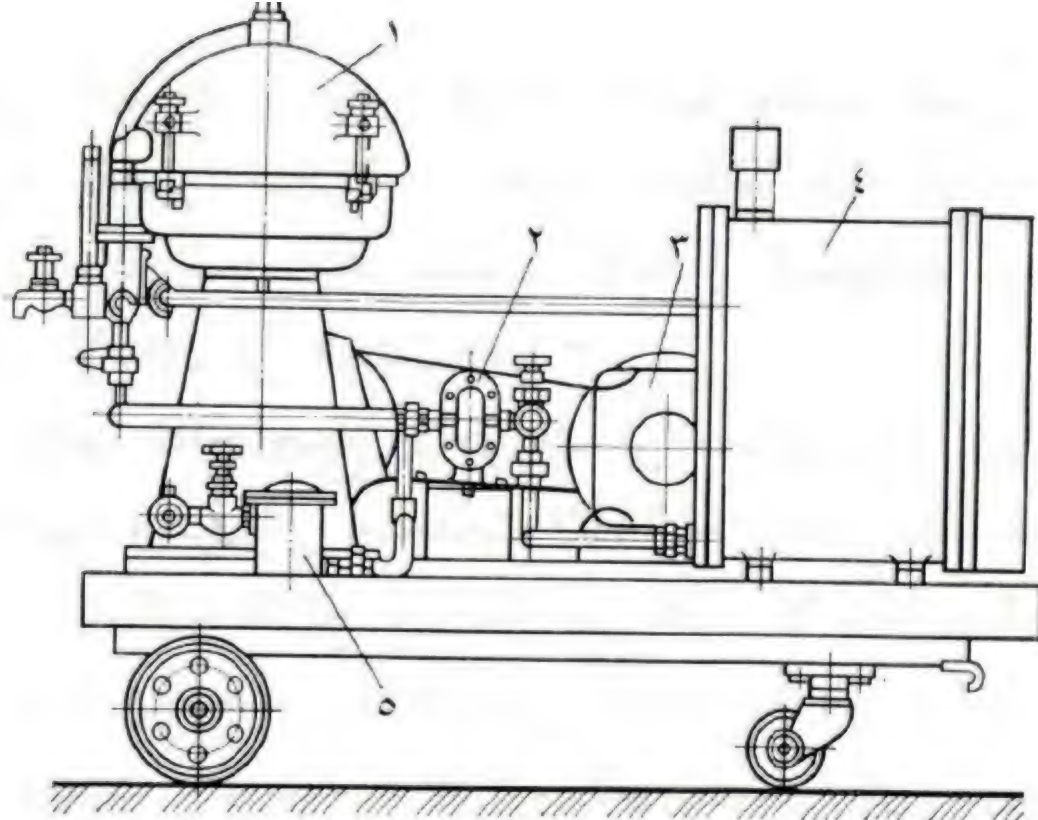
### فلطيات اختبار المحولات الزيتية مع اطراف الادخال

فلطيات العازل الرئيسى لملفات المحولات الزيتية مع اطراف الادخال عند درجة فلطية عازل الملف ، كيلوفلط							الاختبار
الى حد ٠,٦٣	٣	٦	١٠	١٥	٢٠	٣٥	
٥	١٨	٢٥	٣٥	٤٥	٥٥	٨٥	من قبل المصنع بعد الاصلاح الشامل :
٤,٥	١٦	٢٢	٣١	٤٠	٤٩	٧٦	مع استبدال الملفات
٣,٧٥	١٣,٥	١٩	٢٦	٣٤	٤١	٦٤	بدون استبدال الملفات

ملاحظات :

- ١ - يجرى اختبار عازل كل ملف غير متصل بالآخر كهربائيا .
- ٢ - فلطيات الاختبار الواردة في الجدول محسوبة لتيار متغير بتردد صناعي قدره ٥٠ هيرتز .





الاصلاح حسب كل البرنامج وبالحجم المرئى طبقا للقواعد والقوانين الجارية .

### البند ٣٣ . تنظيف زيت المحولات وتجفيفه

ان زيت المحولات هو عبارة عن عازل كهربائى سائل يحصل عليه بواسطة تكرير النفط . يتعلق خصائص عزل الكهرباء لزيت المحولات مباشرة بدرجة ترطبه واتساخه بمختلف العوالق : فكلما كثرت الرطوبة والعوالق الميكانيكية فى الزيت ، كلما قلت متانته الكهربائية .

وتدخل حيز الاصلاح محولات معطوبة عملت لمدة طويلة من الزمن ولذا يكون الزيت فيها مترطبا ومتساخا لدرجة عالية حيث ان استعماله مرة اخرى جائز فقط بعد تنظيفه وتجفيفه .

ويقام بتنظيف زيت المحولات من العوالق الميكانيكية والرطوبة والموجودة فيه بواسطة اجهزة خاصة - فرازة طرد مركزى وفلتر - مكبس ترد ادناه معلومات مختصرة عن تركيبهما ومبدأ عملهما .

وفرازة الطرد المركزى (الشكل ٩١ ، أ) هى عبارة عن جهاز نقال يقع على سطح عربته الهيكل ١ مع اسطوانة بداخله ، والمضخات الترسية ٢ والمحرك الكهربائى ٣ ، والسخان الكهربائى ٤ والفلتر ٥ . وتتكون الاسطوانة من عدد كبير من الصحن القمعية الشكل || ثقبه . وتقع الصحن على محور دوران مشترك واحدة فوق الاخرى

---

الشكل ٩١ . اجهزة تنظيف زيت المحولات من الرطوبة والعوالق الميكانيكية :  
أ - فرازة طرد مركزى ، ب - فلتر - مكبس ؛ ١ - هيكل ، ٢ و ١٢ - مضخات ، ٣ و ١٣ - محركات كهربائية ، ٤ - سخان كهربائى ، ٥ - فلتر ، ٦ - عجلة قيادة ذات لولب ضاغط ، ٧ - طقم من الاطر والصفائح ومواد الترشيح ، ٨ - مانومتر ، ٩ - ماسورة متفرعة مع شفة لاجراج الزيت ، ١٠ - فلتر التنظيف الخشن ، ١١ - ماسورة متفرعة مع شفة لاجراج الزيت



بالتوازي وبخلوص صغير بين بعضها البعض ؛ وتقوم الصحنون بفصل السائل الى عدة طبقات رقيقة مما يزيد من شدة تنظيف الزيت . ويصل الزيت المتربط والمتسخ الى فرازة الطرد المركزي بالمضخة ٢ عبر فتحة الادخال المركزية . وتوجد للجهاز كذلك ثلاث فتحات اخراج مع اكمام حيث يستخدم الكم العلوى منها لاسالة الزيت عند الاتساخ الشديد للاسطوانة او عند التوقف الفجائى للفرازة ، والكم الاوسط يستخدم لاجراج الزيت المنظف واما السفلى فيستخدم لتصريف الماء المفصول عن الزيت . ولازالة الماء بشدة اكثر يسخن الزيت حتى ٥٠ - ٦٠°م بالسخان الكهربائى . ويتم الامساك بالعوالق الميكانيكية كبيرة الحجم بالفلتر ٥ ، المركب على ماسورة الادخال المتفرعة عن ماسورة نقل الزيت . والفلتر هو عبارة عن شبكة معدنية رقيقة بثقوب صغيرة . وبامكان الفرازة ان تعمل فى احد النظامين المحددين بدرجة تربط الزيت . وعند تنظيف الزيت المتربط قليلا تعمل الفرازة فى النظام الطبيعى اى فى نظام ازالة الرطوبة والعوالق الميكانيكية واما عند ضرورة تنظيف الزيت المتربط بشدة يعاد تنظيم الفرازة (باعداد تركيب الصحنون) للعمل فى نظام آخر - ازالة الماء من الزيت . وتشكل انتاجية الفرازة العاملة فى النظام الطبيعى ١٦٠٠ لتر/ساعة تقريبا .

ويقوم الفلتر - المكبس (الشكل ٩١ ، ب) كذلك بتنظيف الزيت غير انه يختلف حسب مبدأ العمل عن الفرازة بانه ينظف الزيت لا بطريقة الفصل بل بواسطة ضغطه خلال منظومة من مواد ترشيح . ويستعمل ورق ذو مسامات دقيقة وكرتون واقمشة خاصة (بيلتنج ، بيلتنج مرشح وغيرها) كمواد ترشيح . والطقم ٧ هو الجزء

الاساسى للجهاز ، ويتكون من اطر متعاقبة من الحديد الزهر ومن صفائح ومن مواد ترشيح مدخلة بينها . وهذا الطقم مضغوط باكماله بلوحيين ثقلين بواسطة عجلة القيادة ٦ ذات اللولب الضاغط . ويوجد لكل من الاطر والصفائح وورق الترشيح ثقبان فى الزوايا السفلية حيث يقوم احدهما بإدخال الزيت الوسخ (الجارى ترشيحه) واما الآخر فلاخراج الزيت المنظف (الذى تم ترشيحه) . ويجرى تنظيف الزيت عند ضغط الزيت الوسخ القادم بواسطة المضخة ١٢ خلال مواد الترشيح ونتيجة لهذا يتبقى على سطوحها الماء ومختلف العوالق الميكانيكية الموجودة فى الزيت . وقبل دخول الزيت فى الفلتر - المكبس يتعرض لتنظيف مسبق يتم بالفلتر الشبكى المعدنى ١٠ للتنظيف العشن والمركب على ماسورة الادخال المتفرعة ١١ للمضخة ١٢ .

ويضخ الزيت الى الفلتر - المكبس تحت ضغط ٥٠٠ كيلو باسكال يجرى التحكم فيه بالمانومتر ٨ : ويكون ارتفاع الضغط عند تنظيف الزيت بالفلتر - المكبس شاهدا على الاتساخ الشديد وعلى ضرورة استبدال مادة الترشيح . وتفحص درجة تنظيف الزيت دوريا باخذ عينات منه بواسطة الصنبور الواقع على ماسورة الاخراج المتفرعة .

ولرفع النوعية والمتانة الكهربائية يقام بتجفيف الزيت فى وحدة سيوليت مكونة من عدة مختزلات (ماصات) تعمل على التوازي ومملوءة بحبيبات السيوليت . ويتم التجفيف فى وحدة السيوليت بترشيح الزيت خلال طبقة من الشبكات الجزئية (الدقيقة) تقع فى المختزلات . والمختزل هو عبارة عن اسطوانة معدنية مجوفة يوجد فى جزئها السفلى قاع من شبك معدنى يعمل كمركز للشبكات الجزئية . ويكون العنق العلوى للمختزل مغطى بشبكة معدنية قابلة



للنزع . ويسخن الزيت الجارى ترشيحه بسخان كهربائى مكون من خزان معدنى ذى مواسير وصلات وذلك لتوصيل ناقل الزيت بها ، ومن عناصر التسخين الكهربائى ، وجهاز انذار حرارى ومانومتر للتحكم فى الضغط .

وتكون الوحدة مزودة بفلترين ، يقع احدهما على مدخل المختزل لتنظيف الزيت من العوالق الميكانيكية والثانى على مخرج الزيت المجفف من المختزل ويعمل على الامساك بدقائق السيوليت اذا ما ظهرت فى الزيت فى حالة تضرر الشبكة الواقعة فى العنق العلوى للمختزل .

ان التجفيف فى وحدة السيوليت ناجع جدا ، لانه يسمح خلال دورة واحدة فقط من الترشيح برفع فلطية المخرق للزيت المتسخ والمترطب بشدة من ٨ - ١٠ الى ٥٠ كيلوفلظ واكثر .

وتستخدم وحدة السيوليت لتجفيف زيت المحولات فى مؤسسات الاصلاح الكبرى عند ضرورة تكرير كمية كبيرة من الزيت فى اليوم الواحد .

ان استخدام هذه الوحدات فى مؤسسات الاصلاح الصغرى والمتوسطة غير مجدى من الناحية الاقتصادية .

#### اسئلة للمراجعة

- ١ - ما الغرض من استخدام المحول وما هى تركيبته ؟
- ٢ - عدد اكثر الاعطال المميزة للمحولات وعلل اسباب حدوثها .
- ٣ - ما هو تعاقب العمليات عند فك المحول ؟
- ٤ - ما الغرض من استخدام الموصل المغناطيسى ومم يتكون وفيما يتلخص اصلاحه ؟
- ٥ - كيف يجرى فك وتجميع الموصل المغناطيسى الذى تم حشوه ؟
- ٦ - صف طرق انجاز عمليات اصلاح اطراف الادخال ومبدلات المحول .
- ٧ - اذكر العمليات الاساسية لتجميع المحول وطرق انجازها .
- ٨ - كيف ولماذا يجرى تجفيف الجزء الفعال للمحول ؟
- ٩ - على اى نحو يتم تنظيف زيت المحولات ؟

## تركيبة الممكنات الكهربائية

### المند ٣٤ . معلومات عامة

تستخدم الممكنات الكهربائية لتحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية (مولدات) او الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية (محركات) وكذلك لتحويل ترددات التيار المتغير من نوع تيار ما الى نوع آخر ، مثلا التيار المستمر الى متغير ، والتيار المستمر لنوع فلطية ما الى تيار مستمر لفلطية اخرى (محولات) .

وتتميز الممكنات الكهربائية بمختلف المؤشرات التي تدخل ضمنها القدرة (الاستطاعة) والفلطية المقدرتان ونظام العمل والتيار وشروط الاستعمال وسرعة الدوران وكذلك معامل الفعل النافع وغيرها من المعطيات الخاصة بالممكنات الكهربائية والتي تحدد الانظمة المسموحة بها لعملها .

والقدرة المقدرة (الاسمية) للممكنات الكهربائية (التي يعبر عنها بالواط والكيلوواط والميغاواط) الخاصة بمولدات التيار المستمر هي الاستطاعة النافعة على مأخذ المكنة ؛ والخاصة بمولدات التيار المتغير هي القدرة الكهربائية الكاملة عند المعامل المقدر للقدرة ؛ والخاصة بالمحركات الكهربائية هي القدرة الميكانيكية على عمود الدوران .



والفلطية المقدرة هي تلك الفلطية المناسبة لنظام عمل الممكنة الكهربائية . والفلطية المقدرة للممكنة الكهربائية ثلاثية الاطوار هي الفلطية الكائنة بين الاطوار (الخطية) .

ويدعى بالنظام المقدر للعمل ذلك النظام الذى تكون الممكنة الكهربائية محسوبة للعمل عليه ومخصصة له من قبل المؤسسة المنتجة . ويشار الى النظام المقدر على اللوحة المصنعية للممكنة . والتيار المقدر هو التيار المناسب للنظام المقدر لعمل الممكنة الكهربائية .

وتكون الشروط المقدرة لاستعمال الممكنة الكهربائية مشترطة عليها عادة فى الشروط الفنية للممكنة هذه . وتدعى بسرعة الدوران المقدرة تلك السرعة المناسبة لعمل الممكنة الكهربائية عند الفلطية والاستطاعة وتردد التيار المقدرة وعند الشروط المقدرة للاستعمال .

ومعامل الفعل النافع هو نسبة الاستطاعة الفعالة النافعة للممكنة الكهربائية الى الاستطاعة الفعالة المبدولة (المقدمة) . وتدعى بحمل الممكنة الكهربائية الاستطاعة التى تكتسبها الممكنة فى هذه اللحظة الزمنية . ويدعى بفرط الحمل تجاوز الحمل الفعلى للممكنة على حملها المقدر . ويعبر عن فرط الحمل بالنسبة المئوية او باجزاء من الحمل المقدر .

ودرجة الحرارة التشغيلية للجزء الفعال للممكنة الكهربائية هي درجة الحرارة المستقرة لهذا الجزء ، المناسبة للنظام المقدر للعمل عند ثبات درجة حرارة الوسط المبرد .

ويدعى بتجاوز درجة الحرارة لجزء مستقل للممكنة الكهربائية الفرق بين درجة حرارة هذا الجزء والوسط المبرد .

وتوجد مكينات كهربائية احادية وثنائية اتجاه الدوران . ويمكن ان يكون للمكينات الكهربائية احادية اتجاه الدوران ، اتجاه دوران يميني او يساري . ويعتبر الدوران حسب اتجاه حركة عقارب الساعة اذا ما نظر الى المكنة من جانب توصيلها بالمحرك الاولى او بآلية التشغيل اتجاهها يمينيا لدوران المكنة ذات آلية الادارة احادية الاتجاه . وسيكون يساريا بالمطابقة اتجاه دوران المكنة الكهربائية بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة .

وتتمتع المكنة الكهربائية بخاصية العكوس ، اى بالقدرة على العمل فى نظام مولد التيار الكهربائى اذا ما جرى تدويرها باى محرك اولى كان ، وبالعكس فى نظام المحرك الكهربائى اذا ما جرى توصيل فلطية كهربائية اليها . وتقوم المكنة الكهربائية العاملة كمحرك كهربائى بتحويل الطاقة الكهربائية الموصلة اليها الى طاقة ميكانيكية ، تستخدم لتشغيل مختلف الآليات والمكينات .

وهذه المكنة نفسها تستطيع انتاج الطاقة الكهربائية اذا ما جرى تدويرها بمحرك ذى احتراق داخلى او بتوربينة بخارية او اذا ما اثرت بمصدر خارجى للطاقة الكهربائية ، اى ستقوم بالعمل فى نظام المولد . غير ان كل مكنة كهربائية ينتجها مصنع بناء المكينات تكون عادة مخصصة لنظام عمل واحد محدد - اما كمولد او كمحرك كهربائى .

وتقسم المكينات الكهربائية العاملة بالتيار المتردد الى تزامنية ولاتزامنية حسب مبدأ عملها .

وتدعى بالتزامنية تلك المكنة الكهربائية العاملة بالتيار المتغير والتي تكون سرعة دورانها فى علاقة ثابتة للغاية بسرعة دوران المجال المغناطيسى او بتردد الشبكة . والاجزاء الاساسية للمكنة التزامنية هي



العضو الساكن الحامل لملف التيار المتغير ، والعضو الدوار ، المركب عليه ملف الاثارة الذى يغذى خلال حلقات التلامس بتيار مستمر من مشير او بواسطة مقومات التيار .

وتنتج الممكنات التزامنية بعضو دوار ذى قطب مكشوف او مخفى (مستتر) . وتستخدم هذه الممكنات فى الانتاج الحديث كمحركات عند ضرورة الحصول على سرعة دوران ثابتة واما فى المحطات الكهربائية وفى الوحدات الكهربائية فتستخدم كمولدات ومعوّضات تزامنية .

وتدعى باللاتزامنية تلك المكنة الكهربائية العاملة بالتيار المتغير التى تكون فيها سرعة دوران العضو الدوار اقل من سرعة دوران المجال المغناطيسى للعضو الساكن وكذلك تابعة للحمل . وتقسم المحركات اللاتزامنية الى مجموعتين : باعضاء توحيد وبدون اعضاء توحيد . وقد اكتسبت الممكنات الكهربائية اللاتزامنية الخالية من اعضاء التوحيد المستخدمة هناك حيث لا يحتاج الى سرعة دوران ثابتة ، انتشارا افضل .

وتنفذ المحركات الكهربائية اللاتزامنية الخالية من اعضاء التوحيد بعضو دوار مقصر او طورى .

وتكون المحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى مزودة بحلقات تلامس مركبة على عمود واحد مع العضو الدوار . وتنحصر افضليات المحركات الكهربائية ذات العضو الطورى امام المحركات ذات العضو المقصر بشكل رئيسى فى انها تسمح بضبط عزم بدء التشغيل وقوة تيار بدء التشغيل وسرعة الدوران فى حدود واسعة . وتستخدم المحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى لادارة الآليات التى تتطلب ضبط سرعة الدوران وكذلك فى آلية الحركة

التي لا تضبط وذات الشروط الصعبة لبدء التشغيل ، مثلا آليات الرفع والنقل .

وتستخدم المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر كمحركات اولية ومولدات للتيار المستمر .

وتتكون المكنة العاملة بالتيار المستمر من قاعدة ثابتة مع اقطاب رئيسية و اضافية ، وعضو انتاج دوار مع ملف وعضو توحيد ولوحات كراسى التحميل وموزعات الحمل مع مواسك الفراشى . وهذه المكنة قابلة للعكس ، اى باستطاعتها ان تعمل فى نظام المحرك او المولد (مثلا محركات وسائل النقل العاملة بالكهرباء) .

وحسب طريقة تغذية ملف الاثارة تكون مولدات التيار المستمر باثارة مستقلة حيث توصل التغذية فيها الى هذا الملف من مصدر خارجى للتيار (مقوم ، مركم ، شبكة التيار المستمر) وباثارة ذاتية حيث توصل التغذية فيها من المولد نفسه . وتبعا لطريقة توصيل ملفات الاثارة بملف عضو الانتاج تقسم المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر الى ذات : الاثارة على التوازي او باعتراض ؛ الاثارة على التوالى ؛ الاثارة المخلطة التى يوجد لها على الاقطاب الرئيسية المشتركة ملفان (على التوازي وعلى التوالى) .

### البند ٣٥ . تركيبة المكنة التزامنية والتصميم البنىوى لقطعها ووحداتها التجميعية الاساسية

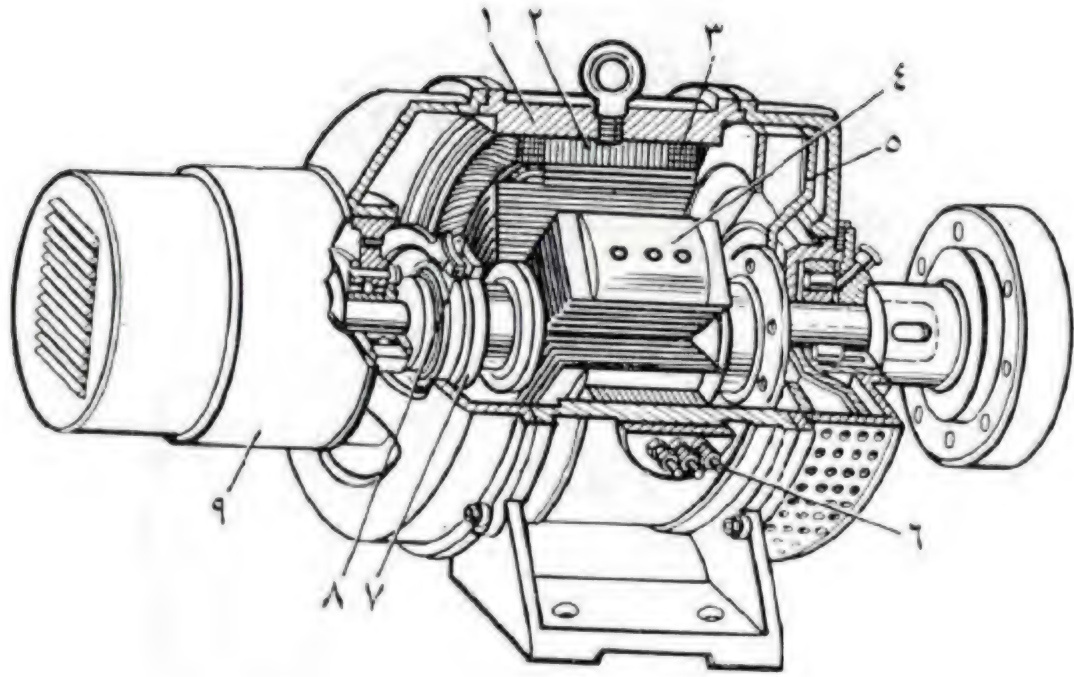
تنجز المكنات التزامنية باعضاء دوار ذات تصميمين : باقطاب معبر عنها بوضوح (ظاهرة الاقطاب) وباقطاب غير معبر عنها بوضوح (مسترة الاقطاب) .



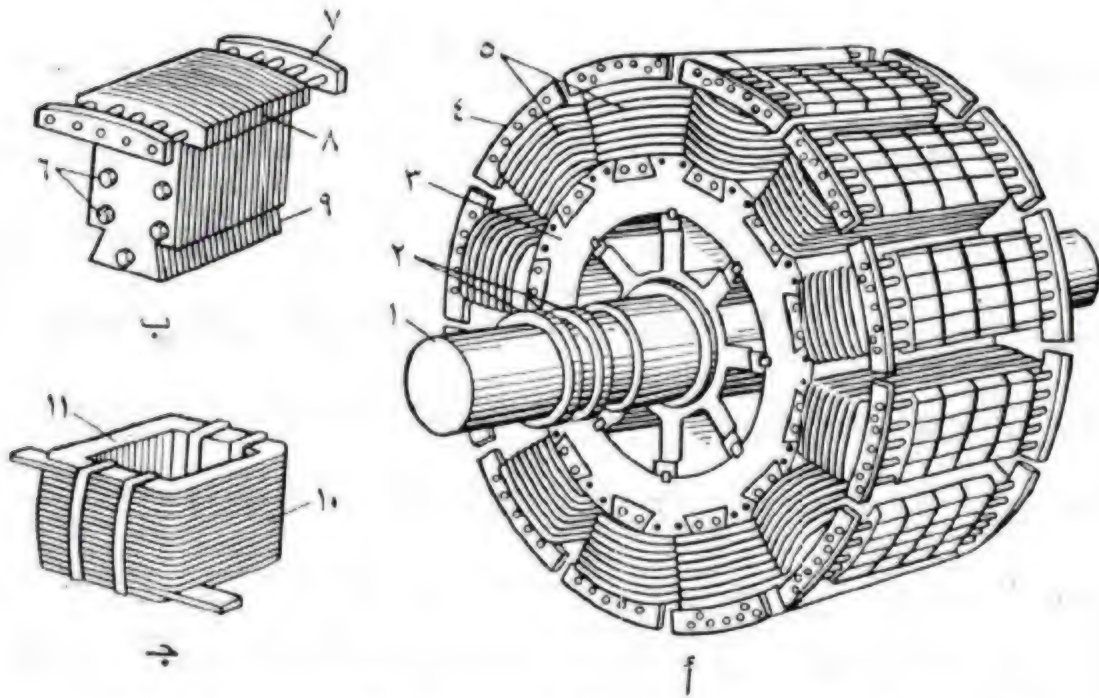
وتشاهد تركيبة الممكنة التزامنية ذات العضو الدوار ظاهرة القطب في الشكل ٩٢ ، واما التركيب البنيوي لهذا العضو الدوار ولقطعه فيشاهد في الشكل ٩٣ . وتسكب القاعدة ١ (الهيكل) للممكنة التزامنية من الحديد الزهر عادة ، وتستخدم لتركيب القلب ٢ الذى توضع فى شقوقه وشائع ملف العضو الساكن ٣ .

والقلب هو عبارة عن رزمة مكبوسة باحكام من صفائح معزولة مشكلة بالختم من الصلب الكهربائى الصناعى بسمك ٠,٣٥ - ٠,٥ مم ، ذات تقاوير قطعت بالختم تشكل فى رزمة القلب المجمعة شقوقا يكون موضوعا فيها الملف ثلاثى الاطوار للعضو الدوار . ويتكون العضو الدوار ظاهر القطب (الشكل ٩٣ ، أ) من عمود الدوران ١ مركب عليه طوق من الصلب ٣ مع الاقطاب ٤ المثبتة عليه مع الملف . وتكون ملفات الاقطاب (وشائع الاثارة) موصولة على التوالى حيث تشكل ملف الاثارة للعضو الدوار للممكنة التزامنية . وتوصل نهايات ملف الاثارة بحلقات التلامس ٢ المعزولة عن عمود الدوران بجلبات من القماش الزجاجى او الميكانيك . ويتكون كل قطب للعضو الدوار ظاهر القطب من قلب وملف . ويتم تجميع قلب القطب (الشكل ٩٣ ، ب) عادة من صفائح الصلب الانشائى بسمك ١ - ٢ مم المثبتة ببعضها البعض بواسطة تباشيم شد ٦ من الصلب تضمها فى رزمة بمتانة .

ويقام فى الكعوب القطبية ٨ للمكنات التزامنية ذات العضو الدوار ظاهر القطب بتركيب قضبان ملف بدء التشغيل المنجزة باسياخ مستديرة المقطع من النحاس الاصفر . ويدعى ملف بدء التشغيل ايضا بالملف المهدئ او مخفف الصدمات لكونه يضمن الخمود السريع لاهتزازات العضو الدوار الناشئة عند انظمة العمل الانتقالية للممكنة التزامنية .

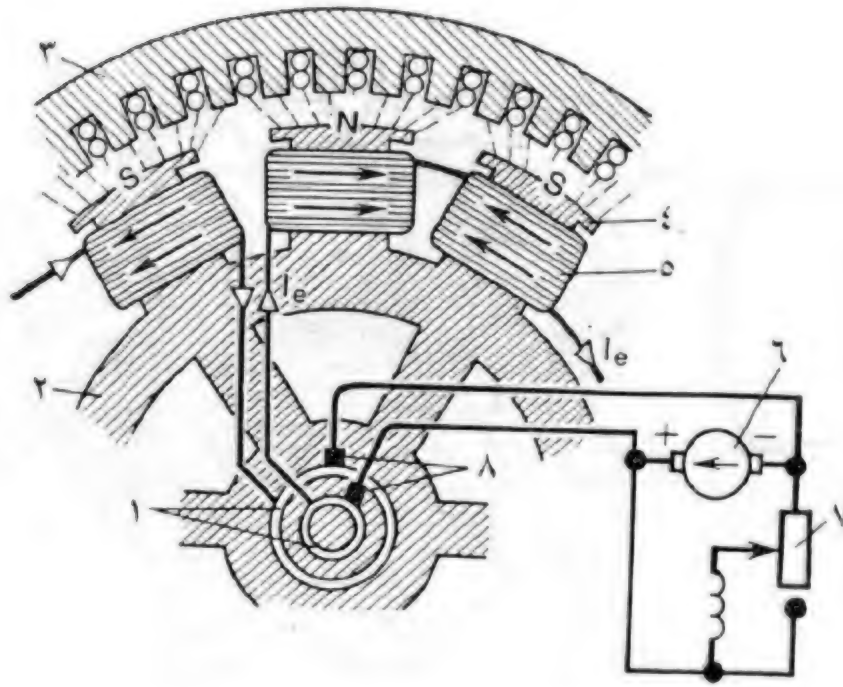


الشكل ٩٢ . تركيب المكنة الكهربائية ذات العضو الدوار ظاهر القطب :  
 ١ - هيكل ، ٢ و ٣ - قلب وملف العضو الساكن ، ٤ - العضو الدوار ،  
 ٥ - مروحة تهوية ، ٦ - الاطراف الخارجة لملف العضو الساكن ، ٧ - حلقات  
 التلامس ، ٨ - فراشي ، ٩ - مشير



الشكل ٩٣ . التركيب البنوي للعضو الدوار ظاهر القطب ولقطعه :  
 أ - منظر عام للعضو الدوار ، ب - قلب العضو الدوار مع الملف المهدئ ،  
 ج - ملف القطب ؛ ١ - عمود دوران ، ٢ - حلقات التلامس ، ٣ - طوق ،  
 ٤ - قطب ، ٥ - ملف الاثارة ، ٦ - تباشيم ، ٧ - شدة توصيل قضبان الملف  
 المهدئ ، ٨ و ٩ - كعب وذيل القطب ، ١٠ - وشيعة القطب ، ١١ - هيكل  
 ملف القطب





الشكل ٩٤ . مخطط اثارة ملف العضو الدوار للمكنة التزامنية :  
 ١ - حلقات التلامس ، ٢ - العضو الدوار ، ٣ - العضو الساكن ، ٤ - قطب ،  
 ٥ - وشيعة القطب ، ٦ - مشير (مكنة عاملة على التيار المستمر) ، ٧ - جهاز ضبط  
 معترض ، ٨ - فراشي

ويثبت القطب بالذيل ٩ في شقوق طوق العضو الدوار الخاصة .  
 واما الوشيعة ١٠ للقطب (الشكل ٩٣ ، ج) فهي ملفوفة بسلك من  
 النحاس بمقطع مستطيل او مستدير . وتكون اسلاك ملف القطب  
 معزولة وملفوفة على الهيكل ١١ من مادة عازلة . وتكون نهايات  
 الملف خارجة الى جهات مختلفة لتسهيل توصيلها الى نهايات ملفات  
 الاقطاب المجاورة . ويكون العضو الدوار موضوعا بداخل العضو  
 الساكن المغلق بلوحات كراسي التحميل المركبة على جوانب الهيكل .  
 وتلزم لاثارة المكنة التزامنية تغذية ملف عضوها الدوار بتيار  
 مستمر . وتبعا لطريقة تغذية هذا الملف يجرى التمييز بين نظامي  
 الاثارة المستقلة والاثارة الذاتية . وعند الاثارة المستقلة يستخدم كمصدر  
 تغذية للملف ، مولد التيار المستمر (المشير) ، المركب على عمود  
 العضو الدوار للمكنة المتزامنة . ويشاهد مخطط اثارة المكنة





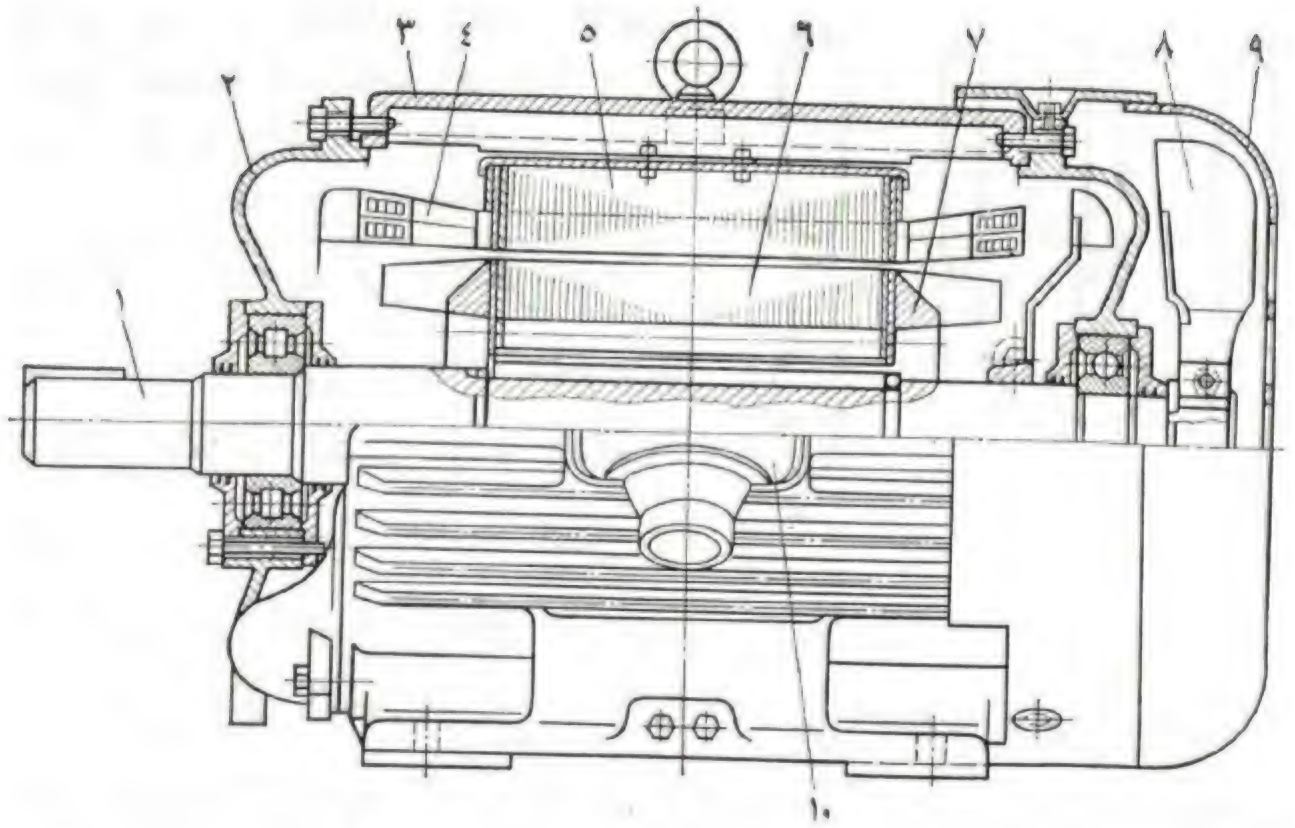
المتزامنة بالمولد (بمكنة التيار المستمر) فى الشكل ٩٤ واما تركيبة المولد المتزامن مع المثير الواقع على العمود فيشاهد فى الشكل ٩٥ . وعند الاثارة الذاتية يتغذى ملف الاثارة بتيار مستمر قادم من الاطراف الخارجة للعضو الساكن خلال مقوم .

وتستخدم المكينات المتزامنة كمحركات اولية عندما تكون مطلوبة سرعة دوران ثابتة لآلية تحرك بواسطة آلية ادارة كهربائية .

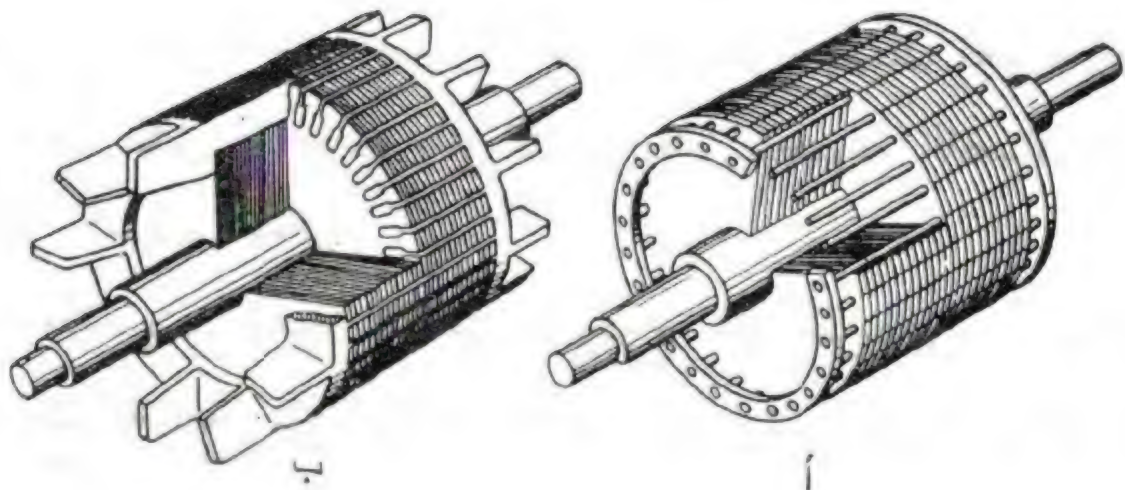
### البند ٣٦ . تركيبة المحركات الكهربائية اللاتزامنية وتصاميم وحداتها التجميعية الاساسية

يوجد نوعان من المحركات اللاتزامنية حسب تركيبتهما : بعضو دوار مقصر وآخر طورى ، وتدعى الاخيرة ايضا بمحركات ذات حلقات تلامس . وتشاهد تركيبة المحرك الكهربائى اللاتزامنى ذى العضو الدوار المقصر فى الشكل ٩٦ ، واما تصاميم الاعضاء الدوارة المقصرة فتشاهد فى الشكل ٩٧ ، أ ، ب ، واما شكل شقوق الاعضاء الدوارة فيشاهد فى الشكل ٩٨ . واما الملف فى المحركات ذات الاعضاء الدوارة المقصرة فهو عبارة عن صف قضبان من النحاس او الالومنيوم موضوعة فى شقوق قلب العضو الدوار وتكون اطرافها موصولة (مقفولة) ببعضها بحلقات .

ويجرى تحديد شكل شقوق وتصميم ملف العضو الدوار المقصر بقدرة المحرك الكهربائى وبالمتطلبات المقدمة لمواصفاته المتعلقة ببدء التشغيل . وتوجد عادة للمحركات الكهربائية المقصرة ذات القدرة البالغة ٧٥ كيلوواط شقوق تشاهد فى الشكل ٩٨ ، أ ، وملف مصبوب من الالومنيوم ، واما المحركات التى تزيد قدرتها عن ٧٥ كيلوواط وذات العزم الاكبر لبدء التشغيل فلها شقوق ضيقة



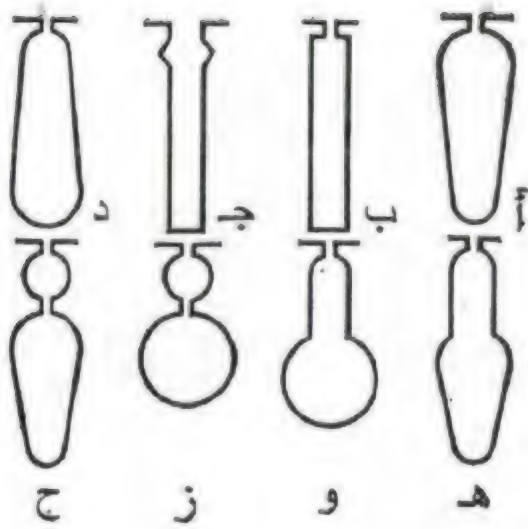
الشكل ٩٦ . محرك لاتزامنى بعضو داور مقصر ذو تصميم مغلق مهوى :  
 ١ - عمود العضو الدوار ، ٢ - لوحة كراسى التحميل ، ٣ ، ٤ ، ٥ - هيكل وملف  
 وقلب العضو الساكن ، ٦ - قلب العضو الدوار ، ٧ - ملف (مقصر) للعضو الدوار ،  
 ٨ - مروحة تهوية ، ٩ - غلاف (غطاء) المروحة ، ١٠ - صندوق الاطراف  
 الخارجة



الشكل ٩٧ . اعضاء دوازة مقصرة لمحركات كهربائية لاتزامنية :  
 أ - بملف ملحوم «قفص السنجاب» ، ب - بملف مصبوب



الشكل ٩٨ . اشكال شقوق الاعضاء  
الدوارة المقصورة للمحركات اللاتزامنية :  
من أ الى د - شقوق عميقة ، من هـ  
الى ح - مشكلة



عميقة ، تشاهد في الشكل ٩٨ ،  
ب ، ج . وفي الحالة هذه يتم  
تحقيق العزم الكبير لبدء التشغيل  
على حساب مفعول ازاحة التيار ،  
المتنامي مع ازدياد ارتفاع القضيب في الشق .

ومن اجل الحصول على عزم بدء التشغيل المطلوب في المحركات  
الكهربائية اللاتزامنية ذات القدرة الزائدة عن ١٠٠ كيلوواط وبعدد  
صغير من الاقطاب ، يقام باستخدام اعضاء دوارة بشقوق مشكلة  
(الشكل ٩٨ ، هـ ، و) .

وتوجد للاعضاء الدوارة للمحركات الكهربائية اللاتزامنية  
المخصصة للعمل كوسائل ادارة الآليات ذات الظروف الصعبة لبدء  
التشغيل شقوق تشاهد في الشكل ٩٨ ، ز ، ح وكذلك تصميم ثنائي  
القفس للملف . وفي العضو الدوار هذا يركب قضبان احدهما فوق  
الآخر في كل تقسيمة سنية وتشكل مجموعة القضبان العلوية القريبة  
من فتحة الشق ، ملف بدء التشغيل واما مجموعة القضبان السفلية  
فتشكل الملف التشغيلي .

وقد يتم تنفيذ القفص المزدوج على طريقتين : بحلقات  
قافلة مشتركة تقع على اطراف العضو الدوار وتقوم في آن واحد بقفل  
قضبان ملف بدء التشغيل والملف التشغيلي ؛ وبحلقات قفل منفصلة ،  
عندما تتركب حلقتان على كل طرف للعضو الدوار تقوم احدهما

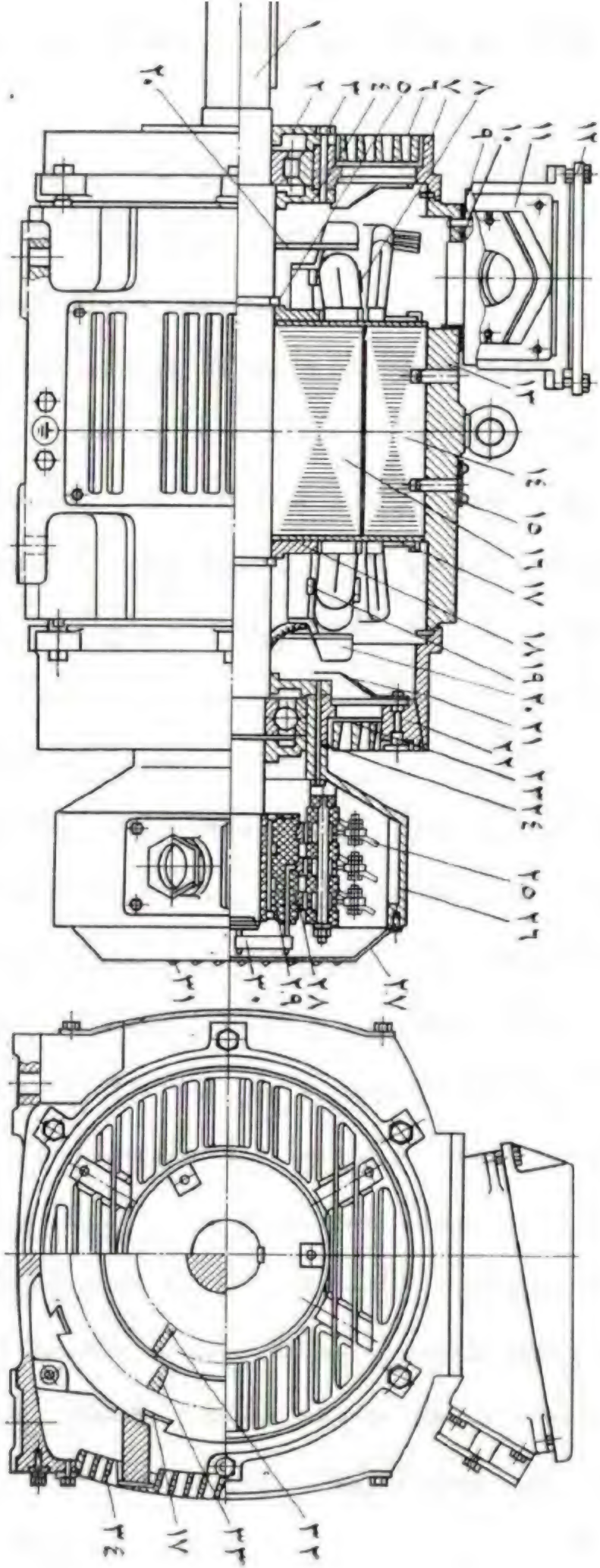
بقفل قضبان ملف بدء التشغيل فقط واما الاخرى فتقفل قضبان الملف التشغيلي .

ولا تستخدم تقريبا الاعضاء الدوارة ذات الشقوق مستديرة الشكل فى المكنات الكهربائية الحديثة وتصادف عند اصلاح المكنات قليلة القدرة قديمة التصميم .

وتوجد الملفات المقصرة للاعضاء الدوارة للمحركات اللاتزامنية بتصميمين بنويين : ملحومة ، مكونة من قضبان نحاسية لحمت بالكهرباء او بالقصدير على حلقات القفل الواقعة على اطراف العضو الدوار ؛ ومصبوبة ، مع قضبان من الالومنيوم تشكلت بصب شقوق العضو الدوار بالالومنيوم . وفى البنيان المشكل بالصب يقام فى آن واحد مع القضبان بصب حلقات القفل مع العنفات التى تؤدى دور المروحة عند عمل المكنة .

وتعتبر المحركات ذات العضو الدوار الطورى مماثلة مبدئيا للمحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار المقصر الا انها اكثر تعقيدا من ناحية البنيان، ولذا يرد ادناه وصف اكثر تفصيلا لتركيبتها. ويتكون المحرك اللاتزامنى المحمى ذو العضو الدوار الطورى (الشكل ٩٩) من الهيكل ١٣ الذى يقع فى تجويفه الداخلى القلب ١٤ المثبت بالقوامط ١٧ الموضوعة فى تجاويف خاصة ، والمكبوس فى التجويف الداخلى للهيكل . ويثبت وضع القلب بمسامير الوصلة ١٥ ، التى تحول دون تزعزعه فى الاتجاه الشعاعى (النصف قطرى) . ويكون الملف ٣٣ المسقط ، ثنائى الطبقة من سلك مغطى بالمينا، موضوعا (ممددا) فى الشقوق النصف مفتوحة للقلب . وتكون لفات الملف معزولة فى شقوق القلب بعازل الشق المنجز على هيئة علبة من رقائق المينا المورنشة .





الشکل ۹۹ . محرك کهربائی لاتزانى بهضو دوار طورى

ولتوصيل نهايات الملف بالشبكة الكهربائية بصورة مريحة  
يقع صندوق الاطراف الداخلة ١١ ، ذات البنيان القابل للدوران ،  
فى اعلى الهيكل ويثبت عليه بالبراغى ١٠ . ويكون هذا الصندوق  
مغلقا باحكام بالحشوات ٩ و ١٢ .

ويكون القلب ١٦ للعضو الدوار مجمعا على العمود ١ من  
صفائح معزولة من الصلب الكهربائى الصناعى ومشدودا بمتانة بورادات  
كابسة ١٨ من الحديد الزهر ، محصورة بحلقات الايقاف ٥ .  
ويكون الملف ٣٢ الممدد فى الشقوق النصف مغلقة للعضو الدوار  
مثبتا باسافين فى الجزء الشقى . وترتكز الاجزاء الجبهية لملف  
العضو الدوار على الحلقات المعدنية المعزولة ١٩ المثبتة على الوردات  
الكابسة ، وبواسطة الضمادات ٨ من الشريط الزجاجى تتم المحافظة  
عليها من التأثيرات المشوهة التى تثيرها القوى الطاردة للمركز .

ويكون الملف ثلاثى الاطوار للعضو الدوار موصولا بمخطط  
نجمة واما النهايات الثلاث الحرة للملف فتكون مسحوبة خلال  
فتحات فى الجزء المركزى للعمود نحو حلقات التلامس . ويجرى  
توصيل الاطراف الخارجة لملف العضو الدوار مع حلقات التلامس  
بواسطة المساكات الحلقية ٣٠ .

وتكون حلقات التلامس ٢٨ مجلسة على نهاية العمود ١ خلف  
لوحة كراسى التحميل ٢٢ وفوق الجلبات العازلة ٢٩ ، مما يضمن  
الوصول السهل والمريح الى حلقات التلامس ومواسك الفراشى . ويتم  
بهذا الترتيب تحقيق التوحيد الاقصى للمحركات بحيث يسمح للمحركات  
ذات الاعضاء الدوارة المقصورة والطورية بان يكون لها اعضاء ساكنة  
ولوحات كراسى التحميل وقطع اخرى ووحدات تجميعية متشابهة ،  
ان بنيان المحرك يضمن امكانية فكه بدون نزع حلقات التلامس



حيث يقام لهذا الغرض بانجاز قطرها الخارجى اصغر من قطر الفتحة المخصصة لكبرى التحميل فى اللوحة ٢٢ . وينضغط الغطاء الخارجى لكبرى التحميل ٢٣ على الاخير بالهيكل ٢٦ لحلقات التلامس الذى تثبت عليه مواسك الفراشى ٢٥ خلال جلبان عازلة . واما اسلاك التوصيل فتكون مسحوبة من الفراشى الى صندوق الاطراف الخارجة لحلقات التلامس .

ويدور العمود ١ للمحرك فى كراسى تحميل ارجوحية . ويقع من جانب آلية التدوير كبرى تحميل ٣ ذو أسطوانات ، قادر على تحمل احمال كبيرة . ويكون كبرى التحميل ٢٣ ذو الكريات مضغوطا فى الاتجاه المحورى بزنبك حلقى متموج ٢٤ حيث يضمن هذا تعويض التمدد الطولى الحرارى للعمود . وتكون كراسى التحميل مغلقة من الجوانب الخارجية والداخلية بالاعطية ٢ و ٤ من الحديد الزهر . واما تهوية المحرك فهى محورية . ويتم توزيع الهواء بالمراوح ٢٠ المثبتة على الوردات الكابسة . ويجرى سحب الهواء خلال فتحات فى لوحات كراسى التحميل ٧ و ٢٢ مغلقة بشيش ٦ . ويلقى بالهواء الساخن خارجا من خلال فتحة فى الجزء الاوسط للهيكل كذلك مغلقة بشيش ٣٤ . ولتكوين تيار هوائى موجه تستخدم اقمار الانتشار ٢١ . ويجرى تبريد حلقات التلامس بالتيار الهوائى المكون بفعل التهوية التى تقوم بها نفسها . وقد ارتأيت النافذة المشيشة ٣١ فى الغطاء ٢٧ لهيكل حلقات التلامس لسحب الهواء واما الفتحات فى الهيكل ٢٦ فلاخراجه .

وتكون المحركات المحمية مخصصة للعمل فى غرف مدفأة وغير مدفأة عند حرارة تتراوح من - ٤٠° الى + ٤٠° م . وتقوم النوافذ المشيشة فى لوحات كراسى التحميل وفى الهيكل الحامل

وفي غطاء هيكل حلقات التلامس بضمان حماية طاقم العمل من احتمال تلامس الاصابع بالاجزاء الناقلة للتيار او المتحركة ، وبوقاية الممكنة من تساقط اجسام غريبة صلبة بقطر لا يقل عن ١٢,٥ مم وقطرات الماء المتساقطة تحت زاوية لا تقل عن ٦٠° مع الخط الرأسى .

ومن خصائص المحركات الكهربائية اللائزمانية انعدام الاتصال الكهربائى لملف العضو الدوار بمنبع الطاقة الكهربائية . وينشأ التيار فى ملف العضو الدوار فقط بسبب الصلة التأثيرية (التحويلية) لهذا الملف مع ملف العضو الساكن ولذا تدعى الممكنات اللائزمانية كذلك بالتأثيرية .

ويجرى عمل المحرك اللائزمانى ثلاثى الاطوار على النحو التالى : عند توصيل ملف العضو الساكن بالشبكة الكهربائية ينشأ حقل مغناطيسى دوار يتقاطع مع اسلاك ملف العضو الدوار ويوجه فيها قوة دافعة كهربائية . غير انه لكون ملف العضو الدوار مغلقا ، تنشأ تيارات فى الاسلاك . ويقوم تفاعل الاسلاك مع الحقل المغناطيسى للعضو الساكن بتكوين قوى كهروستاتيكية على اسلاك ملف العضو الدوار تحاول تدوير العضو الدوار فى اتجاه دوران الحقل المغناطيسى للعضو الساكن . وتشكل جملة القوى الموضوعة على الاسلاك عزمًا كهروستاتيا على العضو الدوار يؤدي به الى الدوران بسرعة تقرب من سرعة دوران حقل العضو الساكن .

وينتقل دوران العضو الدوار بالعمود الى الآلية المنفذة . ويجرى على هذا النحو تحويل الطاقة الكهربائية القادمة من الشبكة الى ملف العضو الساكن الى طاقة ميكانيكية لتدوير عمود المحرك . ان اتجاه دوران الحقل المغناطيسى للعضو الساكن وبالتالى



اتجاه دوران العضو الدوار مرتبطان بنظام تناوب اطوار الفلطية ،  
الموصولة الى ملف العضو الساكن . وتكون سرعة دوران العضو الدوار  
للمكنة اللاتزامنية اقل دائما من سرعة دوران حقل العضو الساكن  
وذلك لانه فى هذه الحالة فقط يجرى توجيه القوة الدافعة الكهربائية  
فى ملف العضو الدوار . ويعبر عن فرق سرعات العضو الدوار والحقل  
الدوار للعضو الساكن بالانزلاق ، الذى يدعى بالمقدر اذا ما ناسب  
الحمل المقدر للمحرك .

ويتألف الانزلاق المقدر للمحركات اللاتزامنية ذات التصميم  
العادى ، التى لها قدرة من ١ الى ١٠٠٠ كيلواط ، من ٦ - ٢٪  
بالتناسب .

ان تحويل الطاقة فى المحرك اللاتزامنى كما فى ايةمكنة  
كهربائية مرتبط بفقدانها . وهذا الفقدان يقسم الى ميكانيكى  
وكهروطيسى وكهربائى .

وان الفقدان الميكانيكى هو الشكل الاساسى للفقدان فى  
المحركات اللاتزامنية فهو مشروط بالاحتكاك فى كراسى التحميل  
وللاجزاء الدوارة الملامسة للهواء .

وعند ضرورة تشغيل المحرك مع حمل على العمود كآلية  
تدوير ، يقام باستخدام محركات لاتزامنية ذات عضو دوار طورى  
(مع حلقات تلامس) يوصل فى دائرة عضوها الدوار مغير مقاومة  
لبداء التشغيل ، وتزداد على هذا النحو مقاومتها الفعالة . وينخفض فى  
هذه الحالة تيار بدء التشغيل ويزداد عزم بدء التشغيل للمحرك .  
وبفضل امكانية ضبط تيار بدء التشغيل وزيادة عزم بدء  
التشغيل يصبح المحرك اللاتزامنى ذو العضو الدوار الطورى فى  
عدد من الحالات شكلا لا بديل له لآلية تدوير كهربائية .

البند ٣٧ . تركيبة المكونات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر

وتصاميم وحداتها التجميعية وقطعها

تنتج صناعة الآلات الكهربائية مكونات كهربائية تعمل بالتيار المستمر ذات قائمة اسماء كبيرة حسب القدرة والتصميم البنىوى ولذا وبغض النظر عن بعض الاختلاف فى تصميم الوحدات التجميعية المستقلة والقطع فان تركيبها متشابهة . ان الطراز الاساسى لمكنة التيار المستمر هو المكنة ذات عضو التوحيد التى يكون دليلا مميزا لها وجود عضو التوحيد على عمود عضو الانتاج للمكنة . وتوجد الاقطاب الاضافية على العضو الساكن للمكنة بالاضافة الى الاقطاب الرئيسية مع ملف الاثارة .

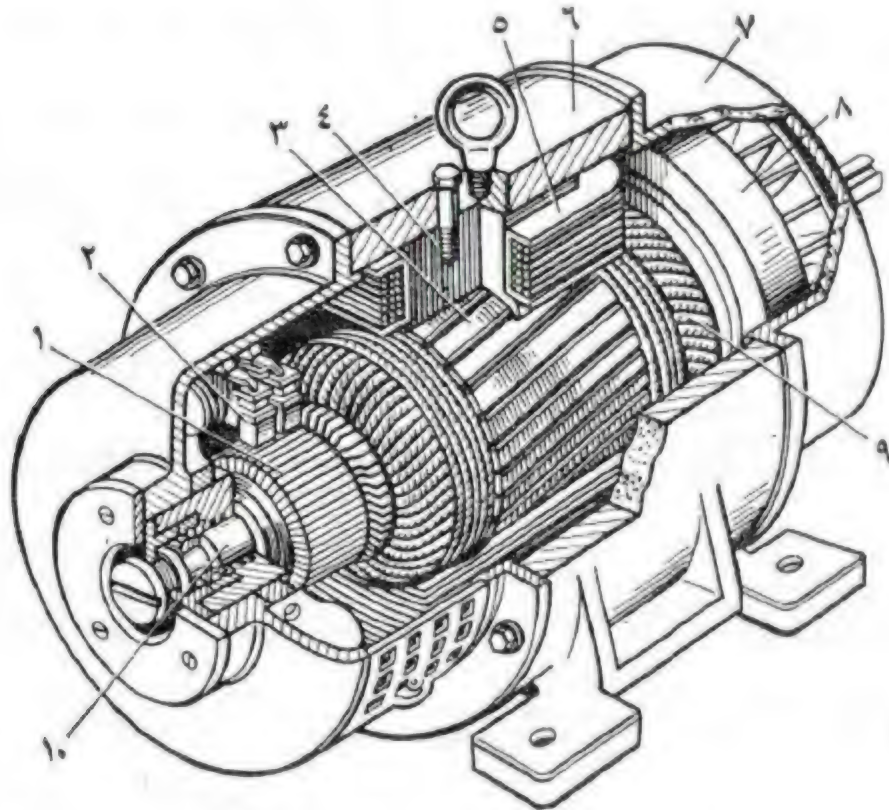
وتتكون المكنة الكهربائية العاملة بالتيار المستمر (الشكل ١٠٠) من العضو الساكن وعضو الانتاج وعضو التوحيد وجهاز الفراشى ولوحات كراسى التحميل .

ويتكون العضو الساكن من الهيكل (القاعدة الحاملة) ٦ والاقطاب الرئيسية ٤ والاقطاب الاضافية (لا تشاهد فى الشكل) مع الوشائع المناسبة . ويستخدم الهيكل لتثبيت الاقطاب ولوحات كراسى التحميل ، وهو عبارة عن جزء من الدائرة المغناطيسية وذلك لان التيار المغناطيسى للمكنة ينغلق من خلاله . ولذا يصنع الهيكل من الصلب - المادة التى تتمتع بمتانة ميكانيكية كافية وبنفاذية مغناطيسية كبيرة . وتقع على محيط الهيكل فتحات لتثبيت الاقطاب .

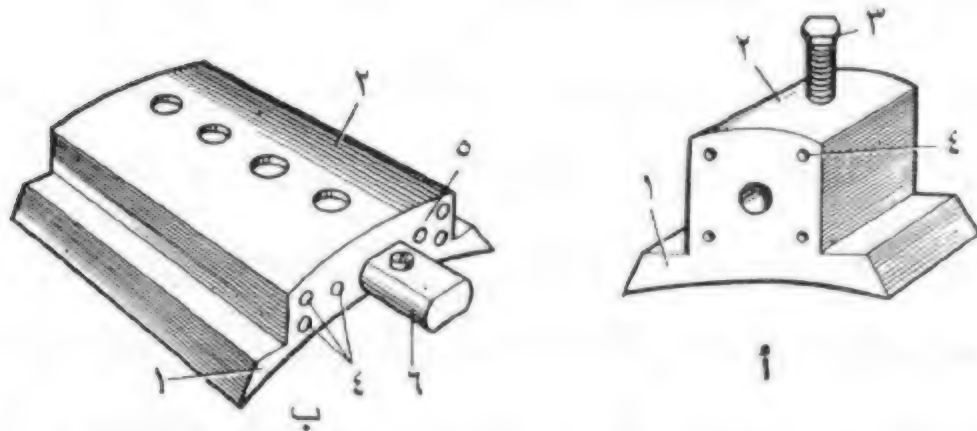
ويتم انجاز الاقطاب الرئيسية (الشكل ١٠١) بالحشو بصفائح من الصلب مشكلة بالختم وبسمك ١ أو ٢ مم ، واما الاقطاب الاضافية فيتم انجازها مصمتة أو بالحشو كذلك . وتكون صفائح صلب القلب ٢ للاقطاب مكبوسة ومثبتة بالتباشيم ٤ التى تكون



روؤسها مغرقة فى الملاطم الضاغطة ٥ المركبة على اطراف كل قطب . ويمكن تجهيز كعوب الاقطاب الرئيسية فقط بالحشو ، وذلك لانه عند دوران عضو الانتاج المسنن تنشأ فيها تيارات دوامة



الشكل ١٠٠ . تركيبة المكنة الكهربائية العاملة بالتيار المستمر :  
١ - عضو توحيد ، ٢ - فراشى ، ٣ و ٩ - قلب وملف عضو الانتاج ، ٤ -  
قطب رئيسى ، ٥ - وشيعة ملف الاثارة ، ٦ - قاعدة حاملة (هيكل) ، ٧ - لوحة  
كراسى التحميل ، ٨ - مروحة ، ١٠ - عمود



الشكل ١٠١ . الاقطاب الرئيسية لمكنة كهربائية عاملة بالتيار المستمر وطرق تثبيتها :  
أ - بالبرغى ، ب - بالقضيب ؛ ١ - كعب قطبى ، ٢ - قلب القطب ، ٣ - برغى  
تثبيت القلب ، ٤ - تبشيمة ، ٥ - ملاطم ضاغطة ، ٦ - قضيب تركيب

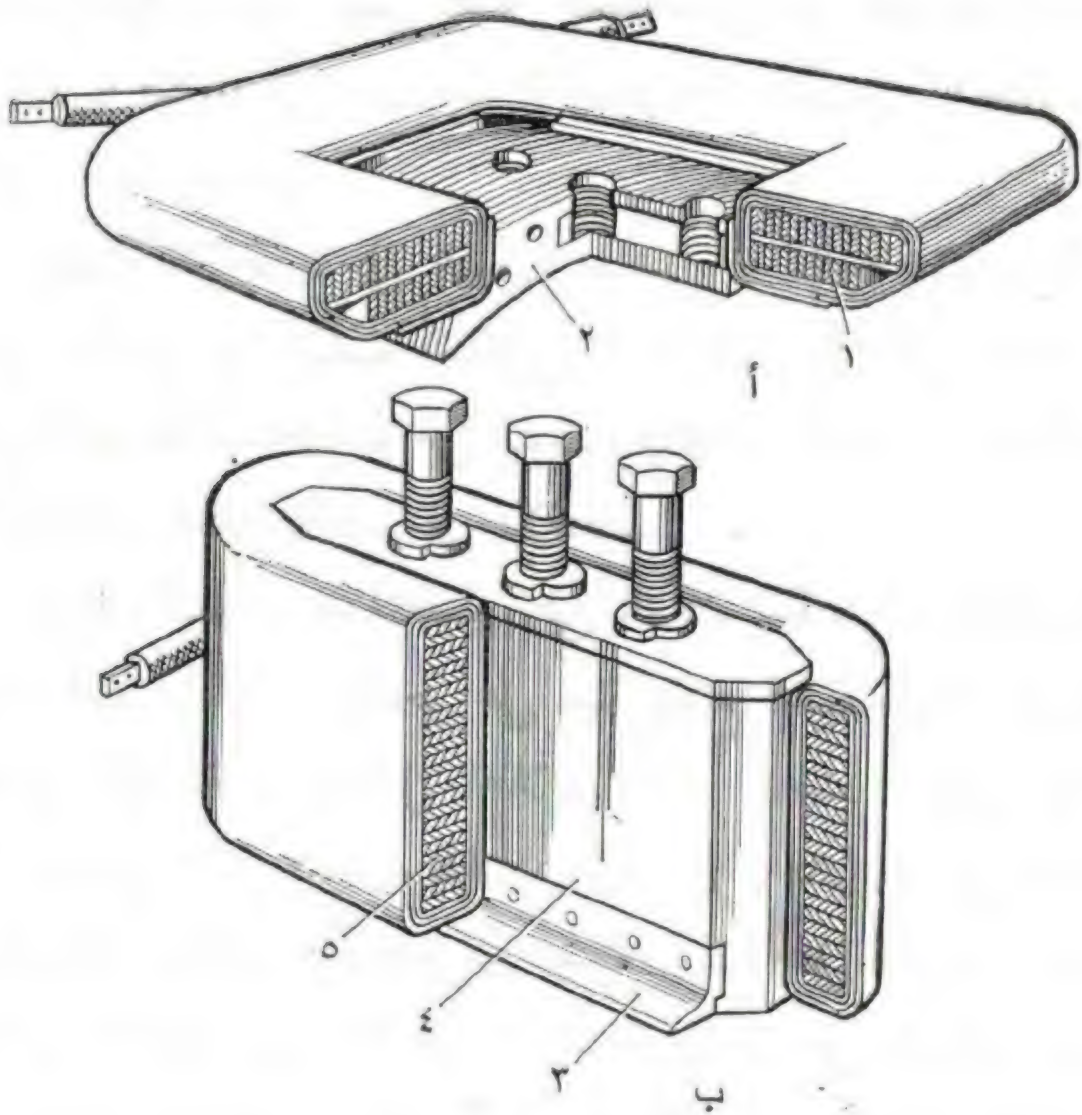
وفقدان القدرة بسبب نبض التيار المغناطيسي في الفسحة الهوائية .  
غير انه وانطلاقا من الملاءمة التكنولوجية لتجهيز الاقطاب يقام  
بصنعها عادة بالحشو .

وتثبت الاقطاب على الهيكل ببراغى : وتنجز قلوطة الثقوب  
للبراغى مباشرة في القلب المحشى ٢ للقطب (الشكل ١٠١ ، أ)  
أو في القضبان الضخمة ٦ من الصلب (الشكل ١٠١ ، ب) المدخلة  
في فتحات مشكلة بالختم في الاقطاب .

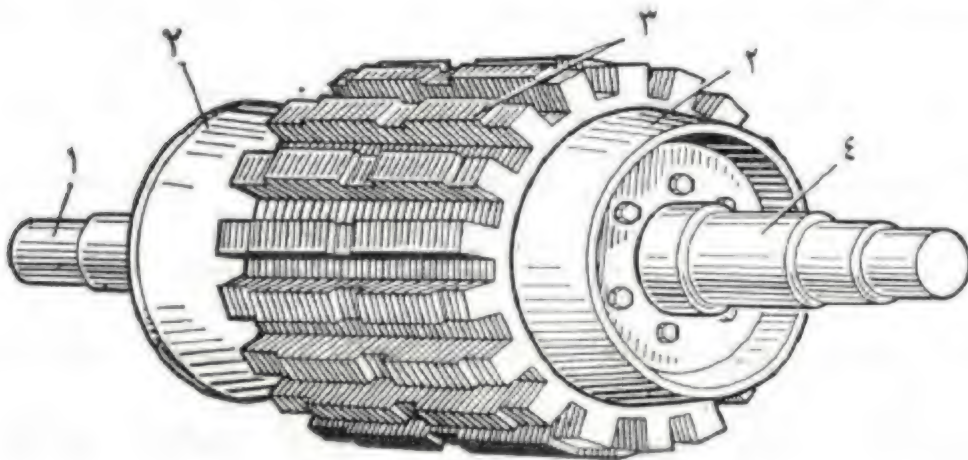
يتكون المجال المغناطيسي في الممكنة بالقوة الممغنطة (بكسر  
النون) لملف الاثارة ، المنجز على هيئة وشائع قطبية ملبسة على قلوب  
الاقطاب الرئيسية . ولتقليل اطلاق الشرار تحت الفراشى ولتدارك  
تشيط صفائح عضو التوحيد بذلك ونشوء «نيران دائرية» على سطحه ،  
تزود الممكنة باقطاب اضافية مع وشائع مركبة على قلوبها . وتوضع  
الاقطاب الاضافية بين الاقطاب الرئيسية وتثبت على الهيكل ببراغى .  
وتجهز وشائع الاقطاب الرئيسية والاضافية (الشكل ١٠٢ ، أ  
و ب) من سلك نحاسى معزول مستدير او مستطيل المقطع . ويتم  
توصيل وشائع الاقطاب الاضافية مع ملف عضو الانتاج على التوالى ،  
ولذا فان مقطع اسلاكهما معد للعمل على التيار التشغيلى للممكنة .  
ويجرى انجاز ملف القطب في بعض الممكنات ذات القدرة  
العالية العاملة بتيار مستمر من عدة وحدات مع تركيب وردات مبادعة  
بينها من مواد عازلة تشكل قنوات تهوية .

ويتكون عضو الانتاج للممكنة العاملة بتيار مستمر من عمود  
وقلب وملف وعضو توحيد . ويكون قلب عضو الانتاج (الشكل  
١٠٣) مجمعا من صفائح الصلب الكهربائى الصناعى المشكلة بالختم  
(الشكل ١٠٤) بتقاوير ذات شكل معين تصب بالختم حيث تشكل

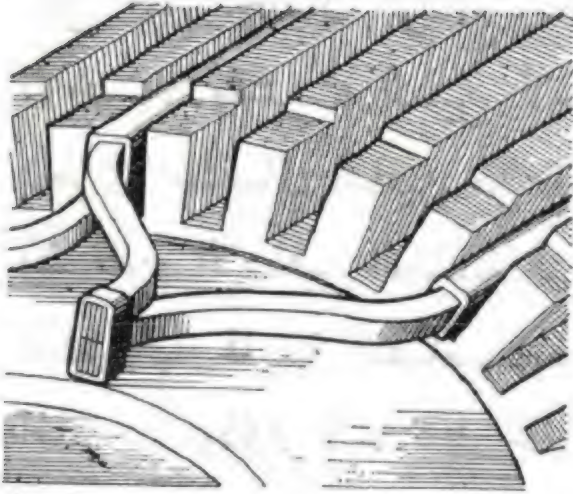




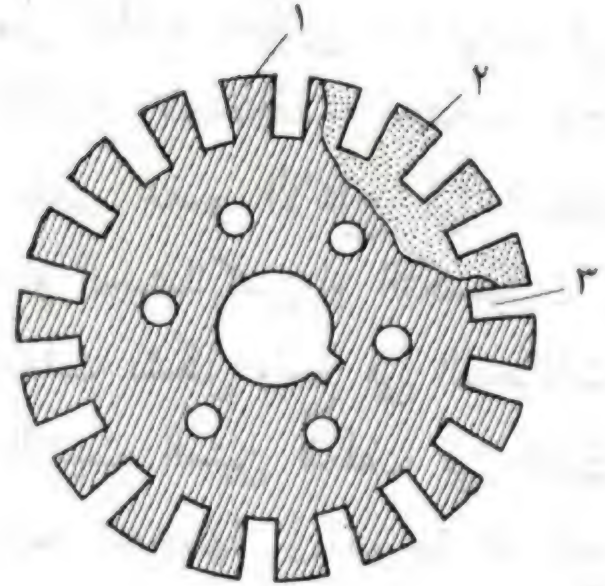
الشكل ١٠٢ . وشائع الاقطاب :  
 أ- الرئيسي ، ب- الاضافي ؛ ١- وشيعة الملف ، ٢ و ٤- قطبان رئيسي  
 و اضافي ، ٣- زاوية ارتكاز ، ٥- ملف القطب الاضافي



الشكل ١٠٣ : قلب العضو الدوار لمكنة عاملة بالتيار المستمر :  
 ١- عمود ، ٢- ماسك الملف ، ٣- تقويرات لوضع اربطة عليها ، ٤- مكان  
 تجليس عضو التوحيد على العمود



الشكل ١٠٥ . توزيع وحدات ملف  
عضو الانتاج في شقوق القلب



الشكل ١٠٤ . صفيحة من الصلب  
لقلب عضو الانتاج :  
١ - تسينة (سن) ، ٢ - عازل ،  
٣ - شق

في القلب المجمع شقوق لوضع ملف عضو الانتاج فيها . وتكون صفائح القلب عادة معزولة من الجانبين بطبقة رقيقة من الورنيش ، غير انها قد تكون مؤكسدة ايضا . وتشكل الصفائح المجمعة في رزمة عامة القلب المجلس على عمود عضو الانتاج والمثبت عليه بواسطة وردات ضاغطة . وهذا التصميم يسمح بتقليص فقدان الطاقة في القلب من فعل التيارات الدوامة الناشئة نتيجة لفرط تمغنته عند دوران عضو الانتاج في المجال المغناطيسي . وللتبريد الافضل للمكنة توجد عادة في قلوب اعضاء الانتاج قنوات تهوية للهواء المبرد (بكسر الرء) . ويشاهد في الشكل ١٠٥ القلب الذي وضعت في شقوقه وحدة ملف عضو الانتاج :

وينجز ملف عضو الانتاج من اسلاك نحاسية بمقطع مستدير او مستطيل ، ويتكون من وحدات جهزت مسبقا تكون نهاياتها ملحومة



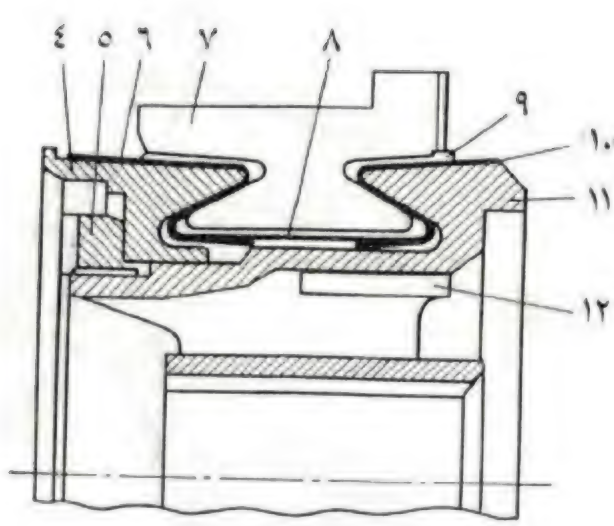
باعناق صفائح عضو التوحيد . ويعمل الملف بطبقتين : ويركب فى كل شق جانبان لوشائع عضو الانتاج المختلفة - احدهما فوق الآخر . وللتثبيت المتين لاسلاك ملف عضو الانتاج فى الشقوق يجرى استعمال اسافين من الخشب او الجيتيناكس او التكستوليت . ولا تقوم الاسافين الخشبية التى استعملت بشكل واسع فى المحركات الكهربائية قديمة التصاميم بضمان التثبيت المتين للملف فى شقوق القلب ، وذلك لانه عند جفافها يصغر حجمها الى درجة قد تقع فيها من الشق .

وفى بعض تصاميم المكثات لا تجرى اسفنة الشقوق واما الملف فيثبت بضمادة .

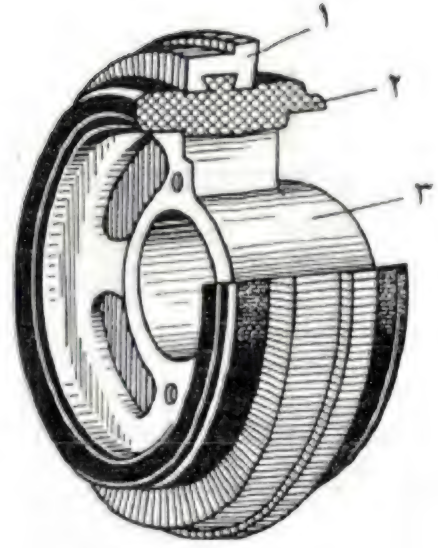
وتجهز الضمادة من سلك من الصلب غير المغناطيسى ، يلف مع شد مسبق . وتثبت الاجزاء الجبهية لملف عضو الانتاج على ماسك الملف كذلك بواسطة الضمادة . ويستعمل شريط من الياف زجاجية لتضميد اعضاء الانتاج فى المكثات الحديثة .

ويكون عضو التوحيد مجمعا من صفائح على شكل اسافين من النحاس المدلفن على البارد ومعزولة عن بعضها البعض بحشوات من الميكانيك الخاص باعضاء التوحيد . وتوجد للاطراف السفلى (الضيقة) للصفائح تقاوير على شكل «ذيل السنونو» تستخدم لتثبيت الصفائح النحاسية والعازل الميكانيكى .

وتوجد اعضاء التوحيد حسب طريقة تثبيت الطقم من الصفائح النحاسية والميكانيكية : على البلاستيك (الشكل ١٠٦ ، أ) وبمخاريط وجلبة ضاغطة من الصلب (الشكل ١٠٦ ، ب) . وتثبت اعضاء التوحيد بواسطة المخاريط الضاغطة بطريقتين : يجرى عند احداها انتقال القوة الناجمة عن الضغط فقط الى السطح الداخلى «ذيل



ب



أ

الشكل ١٠٦. اعضاء توحيد المكنات الكهربائية :

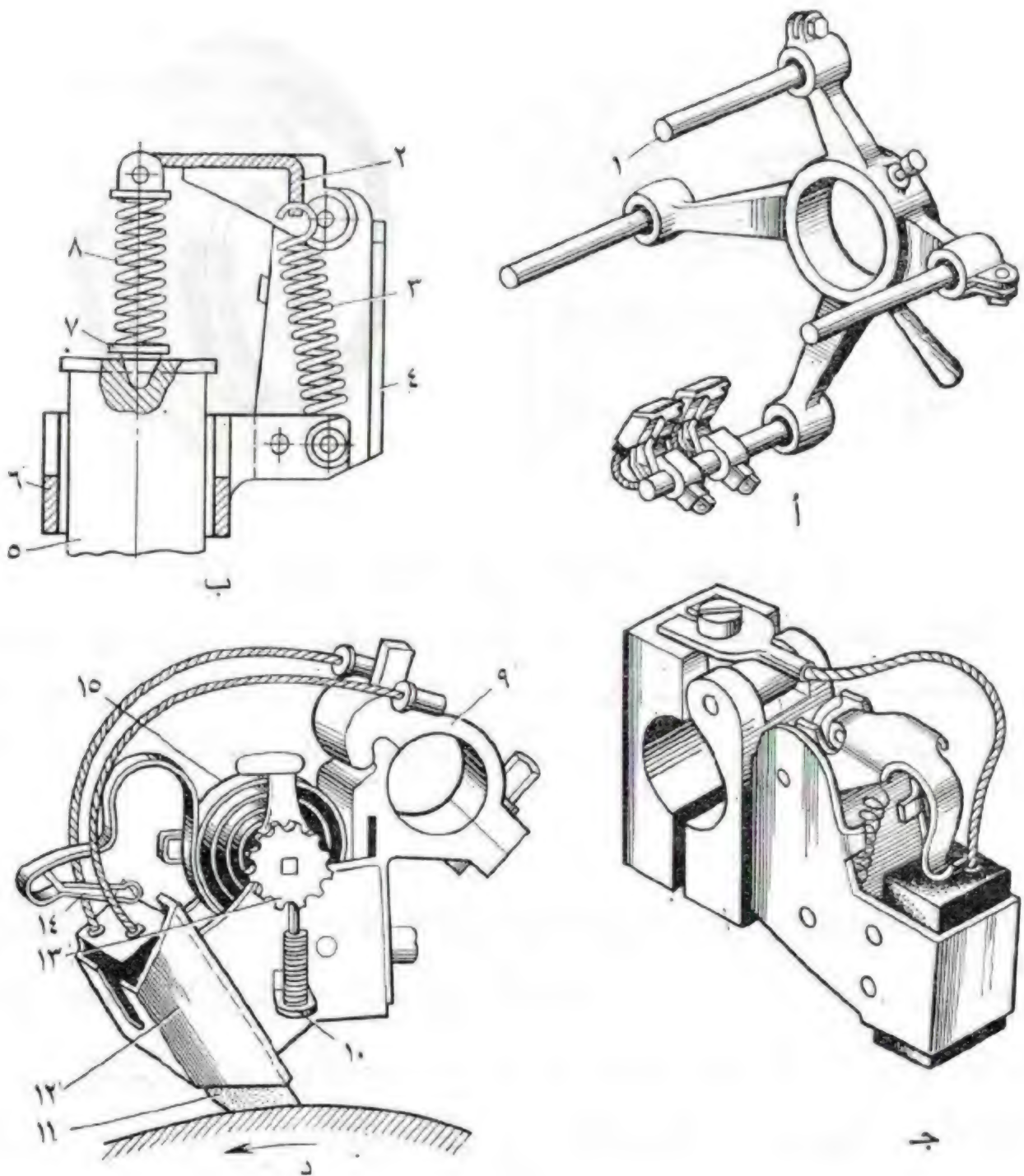
أ - على البلاستيك ، ب - بمخاريط ضاغطة ؛ ١ و ٧ - صفائح عضو التوحيد ،  
٢ - بلاستيك ، ٣ و ١١ - جلبات ، ٤ - مخروط ضاغط ، ٥ - صمولة ،  
٦ و ١٠ - اكمام ، ٨ - اسطوانة عازلة ، ٩ - خيط ، ١٢ - ثقل توازن

السنونو» ، واما عند الاخرى فتنتقل الى «ذيل السنونو» وطرف الصفيحة ،  
وفي هذه الحالة تثبت الصفائح بالتباعد .

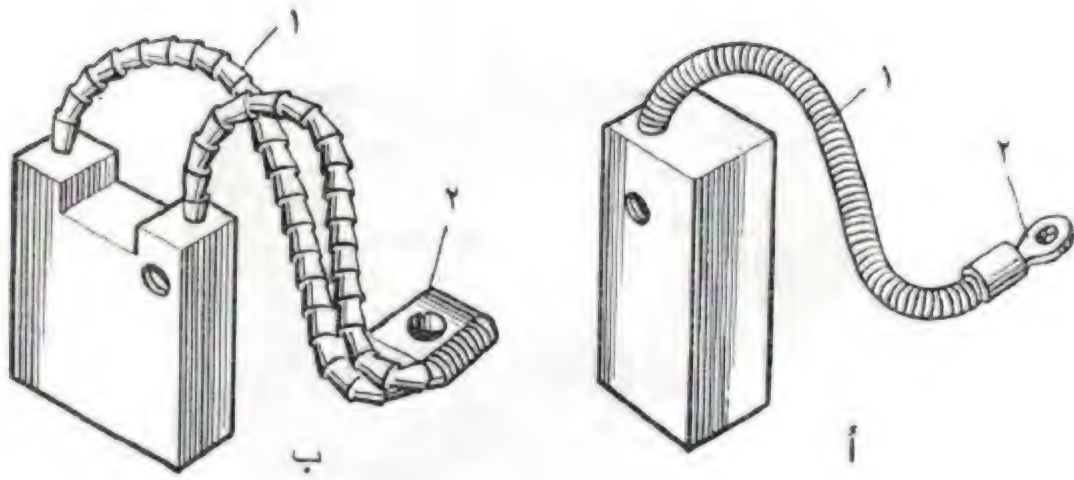
وتدعى اعضاء التوحيد التى تثبت حسب الطريقة الاولى بالقوسية  
واما المثبتة بالطريقة الثانية فتدعى بالاسفينية . وتستخدم اعضاء  
التوحيد القوسية اكثر من غيرها ، وذلك لانه عند ضعف حدة الضغط  
بين صفائحها من جراء تقلص العازل الميكانيكى الكائن بين الصفائح  
يمكن اعادة كبس هذه الصفائح واعادة الضغط اللازم لها ومتانة  
اعضاء التوحيد على هذا النحو .

ويتكون جهاز الفراشى (الشكل ١٠٧) من موزع حمل واصابع  
ومواسك الفراشى . ويستخدم موزع الحمل (الشكل ١٠٧ ، أ)  
لتثبيت مواسك الفراشى (الشكل ١٠٧ ، ب ، ج ، د) التى تشكل





الشكل ١٠٧ . جهاز فراشي المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر :  
 أ- موزع حمل ، ب وج- مواسك فراشي شعاعية ، د- ماسك فراشي نفاث ؛  
 ١- أصابع (مساكات) ، ٢- ذراع ، ٣ و ٨ و ١٥- زنبركات ، ٤- هيكل ،  
 ٥ و ١١- فراشي ، ٦- ظرف ، ٧- كعب خزفي ، ٩- قامطة (طوق) ،  
 ١٠- مسمار وصلة ، ١٢- جدار الظرف ، ١٣- مسننة ، ١٤- حلقة الزنبرك



الشكل ١٠٨ . الفراشى :

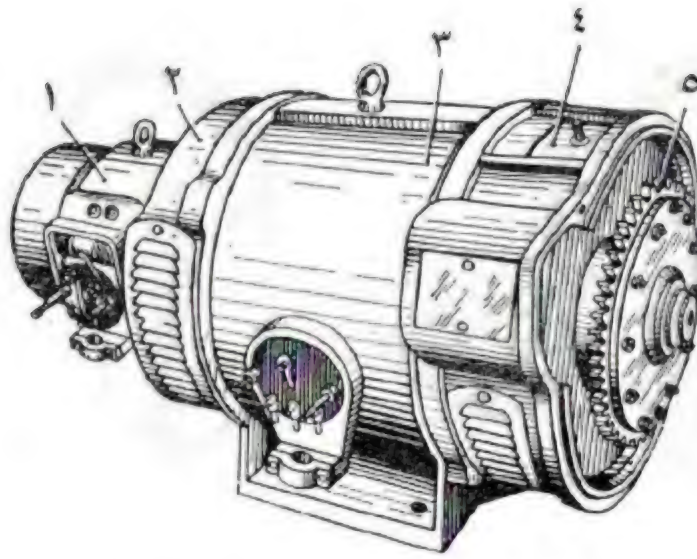
أ - لمكنات ذات قدرة صغيرة ومتوسطة ، ب - لمكنات ذات قدرة كبيرة ؛ ١ - حبل  
الفراشى ، ٢ - كعب (قطعة طرفية)

الدائرة الكهربائية اللازمة ، على اصابع الفراشى . ويتكون ماسك  
الفراشى من ظرف وتجهيزة ضاغطة ، تضمن التصاق الفراشى على  
عضو التوحيد بالقوة اللازمة . ان الضغط البالغ (٠,٠٢ - ٠,٠٤  
ميغاباسكال) على الفرشاة يجب ان يكون مضبوطا بحيث يكون  
التلامس متينا ومحكما بين الفرشاة وعضو التوحيد .

وتستخدم فى المكنات العاملة بتيار مستمر مواسك فراشى من  
طرازين : الشعاعية ، التى يتطابق خط محور الفرشاة فيها مع امتداد  
نصف قطر عضو التوحيد (انظر الشكل ١٠٧ ، ب و ج) والنفاثة ،  
التى يقع خط محور الفرشاة فيها تحت زاوية ما مع امتداد نصف  
قطر عضو التوحيد باتجاه دورانه (انظر الشكل ١٠٧ ، د) .

والفرشاة (الشكل ١٠٨) هى عبارة عن قطعة مستطيلة من مركبات  
منجزة على اساس الجرافيت . وهى مزودة بحبل نحاسى مرن ١ تكون  
احدى نهايتيه مسمرة فى الفرشاة ، والثانية ، الحرة ، تكون مزودة  
بالكعب ٢ لتوصيله بجهاز الفراشى . وتكون جميع مواسك الفراشى





الشكل ١٠٩ . مكنة كهربائية مع الهيكل الحامل للتثبيت على قاعدة ، ولوحة كراسى التحميل للتثبيت على آلية التشغيل :  
١ - مشير ، ٢ - لوحة كراسى تحميل امامية وخلفية ، ٣ - هيكل حامل ،  
٥ - ترس مسنن

ذات القطب الواحد موصولة ببعضها البعض بقضبان تجميع موصولة بالاطراف الخارجة للمكنة .

وتوجد للفراشى المستعملة فى المكنات العاملة بتيار مستمر وموز تصف تركيبها وخصائصها الفيزيائية . وتقسم الفراشى المستخدمة فى المكنات المخصصة للصناعة العامة الى ثلاث مجموعات اساسية : من الجرافيت ، ومن الفحم والجرافيت ، ومن النحاس والجرافيت . وبهدف العمل الطبيعى واطالة مدة الخدمة لعضو التوحيد ينبغى لكل مكنة استعمال فراشى فقط من ذات الرمز المحدد من قبل المصنع المنتج مع الاخذ بعين الاعتبار لقدرة وبنيان وظروف عمل المكنة والخصائص الكهربائية بها .

وتستخدم لوحات كراسى التحميل للمكنات الكهربائية كقطع توصيل بين الهيكل الحامل وعضو الانتاج وكذلك كبنيان ارتكاز لعضو الانتاج الذى يدور عموده فى كراسى التحميل المركبة فى اللوحات (الشكل ١٠٩) .

وتستخدم فى الممكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر مختلف لوحات كراسى التحميل التى تختلف عن بعضها البعض بالشكل والابعاد والمواد التى صنعت منها . غير انه وبغض النظر عن التنوع الكبير لتصاميم كراسى التحميل يمكن تقسيم اللوحات حسب الغرض منها الى نوعين اساسيين : عادية وذات شفاة لتركيبها وتثبيتها مباشرة على آلية التشغيل . وتصنع لوحات كراسى التحميل للممكنات الكهربائية العاملة بتيار مستمر بطريقة الصب (على الاغلب من الصلب ، ونادرا من الحديد الزهر وسبائك الالومنيوم) وكذلك باللحام الكهربائى او بالكبس بالختم .

ويوجد فى وسط اللوحة تجويف لكبرى التحميل حيث يركب فيه كرسى تحميل ارجوحى ذو كريات (رولمان بلى) او ذو اسطوانات (رولمان بلح) . وتستخدم فى بعض الحالات فى الممكنات ذات القدرة الكبيرة العاملة بالتيار المستمر كراسى تحميل انزلاقية .

#### اسئلة للمراجعة

- ١ - ما هى المؤشرات الاساسية التى تتصف بها الممكنات الكهربائية ؟
- ٢ - ما هى التصميمات التى تعرفها للممكنات الكهربائية ؟
- ٣ - ما هى تركيبية المكنة التزامنية ؟
- ٤ - بم يختلف العضو الدوار المقصر عن نظيره الطورى ؟
- ٥ - اذكر الاجزاء الاساسية للمكنة العاملة بالتيار المستمر ، والغرض منها .
- ٦ - عدد الاسباب الميكانيكية لانطلاق الشرار من فراشى المكنة العاملة بالتيار

المستمر .

- ٧ - حدث عن تركيبية عضو التوحيد للمكنة العاملة بالتيار المستمر والدور

الذى يؤديه .



## اصلاح الممكنات الكهربائية

### البند ٣٨ . معلومات عامة

يقام باصلاح المكنة الكهربائية اما فى مكانها او فى عنبر او مصنع الاصلاح الكهربائى تبعا لابعادها الحجمية وكتلتها وطابع الاصلاح وكذلك تبعا لوجود او انعدام الظروف اللازمة للاصلاح . وتقضى الشروط الفنية بشكلين من اشكال اصلاح الممكنات الكهربائية - الاصلاح الشامل والاصلاح الوسطى .

ويجرى عند الاصلاح الشامل تفكيك المكنة باكملها واعادة لف ملفات (العضو الساكن ، والعضو الدوار ، والاقطاب وعضو الانتاج) ، واصلاح عضو التوحيد (باستبدال ما يبلغ الخمس من صفائح) ، والاكمام العازلة مع خراطة التجاويف وتشكيل الدروب اللاحق لعضو التوحيد . وحلقات التلامس وآلية الفراشى وكراسى التحميل واعمدة الدوران والمراوح واللوحات ووحدات تجميعية وقطع اخرى .

ويجرى عند الاصلاح الوسطى : تكميل العزل ؛ وطلاء الاجزاء الجبهية لملفات العضو الساكن والعضو الدوار الطورى ووشائع الاقطاب بالورنيش ؛ وخراطة حلقات التلامس ؛ وخراطة عضو التوحيد وتشكيل دروب له ؛ واصلاح (اعادة صب) كراسى التحميل

الانزلاقية او استبدال كراسى التحميل الارجوحية ؛ واصلاح آلية الفراشى .

وتقبل مصانع الاصلاح الكهربائى المكنتات الكهربائية للاصلاح فقط فى حال وجود كل الوحدات التجميعية والقطع ومن ضمنها الملف القديم . ويرفض قبول المكنتات المفككة ، للاصلاح ، ذات الهيكل او اللوحات المكسورة والصلب الفعال المتضرر كثيرا وكذلك ذات القوائم المفصومة (اكثر من قائمتين) . واما المحركات الكهربائية اللازامية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط فيجب ان لا تزيد فيها الفسحة الهوائية (الخلوص) عن قيمتها الطبيعية (المصنعية) باكثر من ٢٥٪ للمكنتات الثنائية الاقطاب و ١٥٪ للمحركات الكهربائية المتعددة الاقطاب . والمكنتات التى لا تلبى هذه الشروط لا تدخل حيز الاصلاح الا بموافقة مؤسسة الاصلاح . ويحافظ عند الاصلاح على تصميم المصنع المنتج ومعطيات الكتالوج للمكنتات الكهربائية . غير انه من الجائز تغيير سرعة الدوران والفلمطية والقدرة وكذلك بعض المواصفات الفنية للمكنة الكهربائية وذلك حسب رغبة صاحب الطلب وموافقة مؤسسة الاصلاح .

ومن الضرورة عند اصلاح المكنتات الكهربائية مراعاة المتطلبات الاساسية التى تضمن عملها الطويل والمكفول :

— يجب على المواد البنيوية المستخدمة عند الاصلاح ان تلبى المواصفات القياسية والشروط الفنية المناسبة واما المواد العازلة للكهرباء فيجب ان تكون من الاصناف المقاومة للتسخين التى لا تقل عن تلك التى صممها المصنع المنتج ؛

— يجب على الزيادات القصوى المسموحة بها لدرجة حرارة الوحدات التجميعية والقطع ان تناسب المعدلات الموجودة ؛



— يجب ان تكون الملفات والاجزاء الاخرى الناقلة للتيار

مثبتة بمتانة وان ترسخ اسافين الشق بثبات فى الشقوق ؛

— ينبغى تجهيز القطع الخشبية من خشب جاف (برطوبة لا

تزيد عن ٦٪) من اصناف الاشجار الصلبة (الزان ، البتولا وغيرها)  
وتشبيها جيدا ؛

— يلزم انجاز الاربطة السلكية للاعضاء الدوارة واعضاء

الانتاج من سلك الاربطة التى تتمتع بالمقاومة المطلوبة للانقطاع  
واما الاربطة من الالياف الزجاجية فتتجز من شريط ذى الياف  
زجاجية يوضع بشد يبلغ ٨٥٠-٩٥٠ نيوتن ؛

— يجب ان يكون لعضو التوحيد شكلا اسطوانيا بعثا ؛

ويجب ان لا يزيد خفقان عضو التوحيد ذى القطر البالغ ٢٥٠ مم  
عن ٠,٠٥ مم عند سرعة دوران ١٥٠٠-٣٠٠٠ دورة/دقيقة  
و ٠,١٥ مم عند سرعة دوران اقل من ١٥٠٠ دورة/دقيقة ؛

— ويجب ان تتحمل المكنت ذات الملفات التى اعيد لفها

للاعضاء الدوارة لاعضاء الانتاج وكذلك ذات الاربطة التى وضعت  
ثانية زيادة سرعة الدوران بدون اضرار ؛

— يجب ان لا تزيد الحرارة المسموحة القصوى لكراسى

التحميل الانزلاقية عند العمل المقدّر لمدة طويلة عن ٨٠°م (فى  
هذه الحالة يسمح بحرارة الزيت التى لا تزيد عن ٦٥°م) واما  
لكراسى التحميل الارجوحية فيجب ان لا تزيد عن ١٠٠°م ؛

— ينبغى تجهيز جهاز الفراشى للمكنة بفراشى ذات اصناف

وقياسات مناسبة ومدلكة جيدا على سطح عضو التوحيد او حلقات  
التلامس مع الضغط المضبوط للزنبركات (لكى تقوم الفراشى  
بالتحرك بحرية فى الظروف يجب ان تكون هناك فسحة

مقدارها ٠,١ - ٠,٤ مم بين الفرشاة والظرف باتجاه الدوران و ٠,٢ - ٠,٥ مم في اتجاه خط محور عضو التوحيد) ؛

- يجب على المتانة الكهربائية لعازل كل ملف بالنسبة لهيكل الممكنة وكذلك بين الملفات المتجاورة للملف ان تلبى الشروط المناسبة ؛  
- يجب ان تكون السطوح الخارجية للمكونات المرممة وكذلك السطح الداخلى للوحات كراسى التحميل والمراوح مطلية بصبغة واما النهايات البارزة لعمود الدوران فيجب ان تكون مغطاة بمادة حافظة ؛  
- ويجب ان تجتاز المكونات الكهربائية تبعاً لنوعها والاصلاح الذى تم (الشامل ، الوسطى) اختبارات ما بعد الاصلاح بالحجم المرتأى فى القواعد القياسية والشروط الفنية .

وعلى تركيب مصنع الاصلاح او العنبر الكهربائى للمؤسسة والتكنولوجيا المتبعة للاصلاح ان يضمننا جودة الاصلاح واقصى اقتصاد فى المواد والعمل .

ان هذا التركيب والتكنولوجيا مرهونان بعدد وتنوع وقدرة المكونات الكهربائية الجارى اصلاحها ، وبوجود المعدات اللازمة (وسائل رفع ونقل ، ومكنات معالجة المعادن ، ومكنات اللحام الكهربائى ومعدات تكنولوجية خاصة) ، وبابعاد المساحات الانتاجية وبعدد من العوامل الاخرى . وهنا تؤخذ بعين الاعتبار كذلك امكانيات التعاون مع مؤسسات الاصلاح الكهربائى الاخرى ، ووجود كوادر مؤهلة من عمال الاصلاح الكهربائى والبرادة الكهربائية مختصين باصلاح المكنات الكهربائية وغيرها من العوامل .

واهم مؤشرات تنظيم وتكنولوجيا اصلاح المكنات الكهربائية هى : تقليص مدة مكوث المكنات فى حيز الاصلاح ؛ اطالة مدة





الشكل ١١٠ . مخطط اصلاح المكثات الكهربائية

عمل المكثات المرممة بين الاصلاحات الدورية ؛ تخفيض الكلفة الفعلية للاصلاح .

ويجرى فى المؤسسات تشغيل مكثات كهربائية متنوعة ذات الاغراض العامة والخاصة وبمختلف القدرات والتصاميم البنيوية ولذا من المستحيل التوصية بتركيب عنبر الاصلاح الكهربائي او بتكنولوجيا

الاصلاح ، حتى لاى فرع من فروع الصناعة . وكمثال يشاهد فى الشكل ١١٠ المخطط التكنولوجى البنىوى الشائع لاصلاح المكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط ، والمستخدم فى عتابر الاصلاح الكهربائى للعديد من المؤسسات .

وتحتل اعمال الئك والتفكيك والتبييض واللحام القصديرى والمعالجة بالبرادة والتجميع التى يقوم بها الميكانيكى الكهربائى مكانا مهما فى العملية التكنولوجية لاصلاح المكنات الكهربائية . وقد اغير الاهتمام الاساسى عند وصف تكنولوجيا اصلاح المكنات الكهربائية فى هذا الباب الى عمليات البرادة الكهربائية . واما عمليات الاصلاح التى يقوم بها عمال ذوو اختصاصات اخرى (عمال اللف والعزل وعمال اختبار المكنات) فتزد فقط بذلك القدر الذى يجب ان يكون الميكانيكى الكهربائى مطلعاً عليه وذلك للانجاز الكفوء لعمليات البرادة الكهربائية للاصلاح ، وكذلك بعض العمليات التى ينفزها عمال اللف والعزل .

ويدخل فى قائمة اعمال البرادة الكهربائية لاصلاح المكنات الكهربائية ما يلى :

- تحديد العيوب والاختبارات ما قبل الاصلاح وفك المكنات ؛
- اصلاح اعضاء التوحيد وجهاز الفراشى وحلقات التلامس والقلوب واعمدة الدوران والمراوح والهياكل الحاملة ولوحات كراسى التحميل وكراسى التحميل والملفات ؛
- ربط (تضميد) وموازنة الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج ؛
- تجميع المكنات الكهربائية واجراء اختبارات ما بعد الاصلاح لها .



## البند ٣٩ . تحديد العيوب والاختبارات ما قبل الاصلاح للمكنات الكهربائية

يقام بمعاينة المكنات الكهربائية التي دخلت حيز الاصلاح بدقة وعند الضرورة يجرى اختبارها وفكها بهدف الاظهار الكامل لاسباب وطبيعة وابعاد الاضرار . ان معاينة المكنة والتعرف على حجم وطبيعة الاصلاحات السابقة وعلى سجلات التشغيل وكذلك اجراء الاختبارات تتيح تقدير حالة جميع الوحدات التجميعية والقطع للمكنة ، وتحديد حجوم ومدد الاصلاح ، ووضع وثائق فنية حول الاصلاح ، وتجهيز او طلب اجهزة اصلاح وقطع احتياطية ، واجراء اعمال اخرى ضرورية تتعلق بالاعداد التنظيمي والفني للاصلاح . وتتعمل المكنات غالبا من جراء العمل المتواصل الطويل الغير مسموح بدون اصلاح ، والخدمة التشغيلية الرديئة او الاخلال بنظام العمل المقدر بها . وتكون اعطال المكنات الكهربائية ميكانيكية وكهربائية . وينسب الى الاعطال الميكانيكية ما يلي : انصهار البابيت (سبيكة مقاومة للاحتكاك) في كراسي التحميل الانزلاقية ؛ تحطم الفاصل والحلقات والكرية (البلية) او الاسطوانة (البلحة) في كراسي التحميل التدحرجية ؛ تشوه او تكسر عمود دوران العضو الدوار (او عضو الانتاج) ؛ تشكل اخاديد («دروب») عميقة على سطوح اعضاء التوحيد وحلقات التلامس ؛ ارتخاء تثبيت الاقطاب او قلب العضو الساكن على الهيكل الحامل وانقطاع او انزلاق الاربطة السلكية للاعضاء الدوارة (او لاعضاء الانتاج) ؛ ارتخاء كبس قلب العضو الدوار (عضو الانتاج) وغيرها .

ومن الاعطال الكهربائية ما يلي : خرق العازل والتماس مع الهيكل وانقطاع الاسلاك في الملف والتماس بين لفات الملف

واختلال الملامسات وتحطم الوصلات المنجزة باللحام القصديري او الكهربائي والانخفاض الغير مسموح به لمقاومة العازل نتيجة لعتقه او تحطمه او ترطبه وغيرها .

ويجب على الميكانيكى الكهربائي المختص باصلاح الممكنات الكهربائية ان يعرف جيدا البوادر المميزة وكذلك سبل اظهار وازالة مختلف الاضرار والاعطال التى تنشأ فى هذه الممكنات .

وترد فى الجدول رقم ٤ قائمة مختصرة لأكثر الاعطال انتشارا وأكثر الاسباب احتمالا لنشئها فى الممكنات الكهربائية .

ولا يتسنى احيانا اكتشاف الاعطال والاضرار للممكنات الكهربائية بطريقة المعاينة الخارجية وذلك لان بعضها (تماس بين الملفات فى ملفات الاعضاء الساكنة ، وخرق العازل على الهيكل ، وتماس صفائح عضو التوحيد ، واختلال اللحام القصديري فى الملفات وغيرها) تحمل طابعا خفيا ويمكن تحديدها فقط بعد اخذ القياسات واجراء الاختبارات المناسبة .

ويدخل فى عداد العمليات ما قبل الاصلاح لاطهار اعطال الممكنات الكهربائية : قياس مقاومة عازل الملفات (بهدف تحديد مدى ترطبه) ، واختبار المتانة الكهربائية للعازل وفحص سلامة كراسى التحميل اثناء التشغيل البطيء للمكنة وقيمة التسارع المحورى للعضو الدوار (لعضو الانتاج) ، وصحة التصاق الفراشى على عضو التوحيد وحلقات التلامس ومقدار الارتجاج ، وتحديد قيم الخلوص بين الاجزاء الدوارة والثابتة للمكنة وكذلك تفقد حالة قطع التثبيت ومدى احكام تجليس لوحات كراسى التحميل على فرزات القاعدة الحاملة وخلو الاجزاء والقطع المستقلة للمكنة من الاضرار (صدوع وتشققات) .



## اعطال المكنات الكهربائية والاسباب المحتملة لنشوتها

السبب المحتمل	دلائل العطل
المكنات اللازمية ذات العضو الدوار المقصر	
انجذاب العضو الدوار الى جهة واحدة نتيجة لاهتراء كراسى التحميل او انحراف لوحات كراسى التحميل او انحناء عمود الدوران	المحرك الكهربائي يثز ولا يكتسب سرعة الدوران المقدرة
يكون احد قضبان ملف العضو الدوار او عدد منها مقطوعا ؛ خطأ فى توصيل بداية ونهاية طور ملف العضو الساكن (الطور «مقلوب»)	المحرك الكهربائي يثز والعضو الدوار يدور ببطء والتيار مختلف فى الاطوار الثلاثة كلها ويزيد عن قيمته المقدرة حتى عند الدوران البطيء
طور ملف العضو الساكن مقطوع	لا يدور العضو الدوار او يدور ببطء، والمحرك يثز ويسخن بشدة
تماس بين لفات ملف العضو الساكن ؛ تردى ظروف التهوية نتيجة لاتساخ قنوات التهوية	فرط فى تسخين المحرك الكهربائي عند الاحمال المقدرة
عازل الملف مترطب او متسخ بشدة ؛ عتق او تضرر العازل	انخفاض غير مسموح به لمقاومة عازل ملف العضو الساكن للمحرك الكهربائي

السبب المحتمل	دلائل العطل
اختلال في تطابق محاور اعمدة الدوران ؛ العضو الدوار غير متوازن	يرتج المحرك الكهربائي اثناء تشغيله وبعد قطع التيار عنه عندما تكون سرعة دوران العضو الدوار قريبة من السرعة المقدرة
الدائرة مقصرة في ملف العضو الساكن للمحرك الكهربائي	يرتج المحرك الكهربائي بشدة ، غير ان الارتجاج يتوقف بعد قطع التيار عنه ، يثر المحرك بشدة ، التيار مختلف في الاطوار ، وأحد قطاعات ملف العضو الساكن يسخن بسرعة

المكونات اللائزمانية ذات العضو الدوار الطوري

انجذاب العضو الدوار إلى جهة واحدة نتيجة لاهتراء كراسي التحميل او انحراف لوحات كراسي التحميل او انحناء عمود الدوران ؛ التلامس مختل في طورين او في ثلاثة اطوار لمغير المقاومة لبدء التشغيل ؛ اختلال الدائرة الكهربائية بين مغير المقاومة لبدء التشغيل وملف العضو الدوار للمحرك الكهربائي	لا يكتسب المحرك الكهربائي سرعة الدوران المقدرة
جزء من ملف العضو الدوار يمس الهيكل المؤرض للمحرك الكهربائي ؛ اختلال العازل بين حلقات التلامس وعمود العضو الدوار	تزداد سرعة دوران المحرك الكهربائي ببطء ، ويسخن العضو الدوار للمحرك الكهربائي بشدة حتى عند الحمل الصغير



السبب المحتمل	دلائل العطل
التلامس مختل في اماكن اللحام القصديري لملف العضو الدوار او في اماكن توصيله بحلقات التلامس او في الاسلاك التوصيلية	المحرك الكهربائي يثز ولا يكتسب سرعة الدوران تحت الحمل ، تيار العضو الساكن «ينبض»
الفراشي متسخة او ملتصقة بشكل رديء بحلقات التلامس ؛ تعرقل الفراشي في اطواق (ظروف) ماسك الفراشي ؛ ضغط الفراشي غير كاف على حلقات التلامس ؛ خفقان حلقات التلامس ؛ التلامس مختل في دائرة الفراشي	فرط في اطلاق الشرار بين الفراشي وحلقات التلامس
المكثات العاملة بالتيار المستمر	
انحراف ماسك الفراشي ؛ التصاق غير كامل لسطوح الفراشي على عضو التوحيد ؛ الضغط الزائد للزنبركات على الفرشاة ؛ انحراف الفراشي عن وضع الحياد	تكوين الشرار تحت الفراشي
الوضع الخاطيء للفراشي بالنسبة لوضع الحياد و بروز بعض صفائح عضو التوحيد ؛ خفقان عضو التوحيد نتيجة لاختلاف المركز ؛ بروز العازل الميكانيكي من عضو التوحيد	اطلاق الشرار الغير مسموح به والذي تصاحبه فرقة مع تطاير الشرار من اسفل الفراشي وظهور سناج ( اسوداد ) على عضو التوحيد

دلائل العطل	السبب المحتمل
خرق عازل النظام المغناطيسي الكهربائي للمكنة على الهيكل	ضرر ميكانيكي أو عتق عازل الوشائع
تماس بين صفائح عضو التوحيد	حدوث اتصال كهربائي بين صفائح عضو التوحيد نتيجة لتماسات بواسطة غبار النحاس أو نتوءات الصفائح النحاسية
تضييق الفسحات (الخلوص) بين عضو الانتاج والاقطاب	هبوط عمود عضو الانتاج نتيجة اهتراء كراسي التحميل الانزلاقية أو انحناء ( تقوس ) عمود الدوران
لا يدور عضو الانتاج للمكنة	خطأ في توصيل مغير المقاومة بدائرة المكنة ذات الاثارة على التوازي مما ادى في النتيجة الى انخفاض الفلطية الموصلة الى ملف الاثارة للمكنة

وتفحص حالة عازل الملفات للمكنة الكهربائية الجارية اصلاحها بالميجاجاومتر .

ويتكون الميجاجاومتر من مولد مع آلية ادارة وتجهيزة لوجومترية (مقياس معدلات) . ومولد الجهاز هو عبارة عن مصدر للتيار المستمر ويتكون من الموصل المغناطيسي للعضو الساكن ذى الاقطاب الصفائحية والعضو الدوار الذى هو عبارة عن مغناطيس ثابت ثمانى الاقطاب .



ويحافظ على ثبات الفلطية في مآخذ الجهاز بواسطة جهاز الضبط ذي الطرد المركزي مع الاثقال . وعند السرعة الزائدة لدوران ذراع الجهاز تتباعد الاثقال تحت تأثير القوى الطاردة المركزية وتقل عند اخراجها للعضو الدوار من العضو الساكن من التلاصق المغناطيسي للملف والفلطية الناتجة فيه بالتأثير .

وتتكون تجهيزة مقياس المعدلات من جزء ثابت (مغناطيس ثابت ، موصلات مغناطيسية واطراف قطبية) وجزء متحرك (اطاران : تشغيلي وراذ للفعل) . وهذان الاطاران مشبوكان بمتانة تحت زاوية  $90^\circ$  . وتقوم التيارات اثناء مرورها بكلمتا الوشيعة وتفاعلهما مع المجال المغناطيسي بتكوين عزوم دوران موجهة الى نواحي متقابلة . وتتوقف زاوية دوران الجزء المتحرك على علاقات التيارات في الوشائع ولا تتوقف على الفلطية الموصلة اليه .

وعند قياس مقاومة الدائرة الكهربية الموصولة بمآخذ الجهاز يقوم جزئه المتحرك بالدوران الى زاوية معينة واما المؤشر المثبت على محوره فيبين مقدار المقاومة على مقياس الجهاز المدرج بالكيلوأموم والميجأوم . وتعادل سرعة الدوران الطبيعية لذراع الجهاز ١٢٠ دورة/دقيقة . وعمليا لا يؤثر تغير سرعة دورانه من ١٠٠ الى ١٤٠ دورة/دقيقة على دقة القياسات .

ويجرى فحص حالة عازل الملفات ودوائر التيار بالميجأومتر حسب التعاقب التالي : يتم التأكد من خلو الملف الجارى فحصه والدوائر الموصولة به من الفلطية وتفحص صلاحية الميجأومتر ؛ يوضع الميجأومتر افقيا وتوصل الاسلاك بالمآخذ وبعد تقصيرها يدار ذراع الميجأومتر\* . ويجب عندما تكون نهايات الاسلاك مقصرة

---

\* يقام عند قياس مقاومة العازل بالميجأومتر جامع الاغراض بتوصيل الاخير بشبكة كهربائية ذات فلطية قدرها ١٢٧ او ٢٢٠ فلت .

ان يقع مؤشر المقياس المدرج للجهاز عند علامة الصفر ، واما عندما تكون نهايات الاسلاك مفضولة فيجب ان يقع المؤشر عند العلامة  $\infty$  (التي تعنى المالا نهائية) . وبعد التحقق من صلاحية الجهاز يقام بمس احد الاطراف الخارجة للملف والجزء المعدنى للمكنة الغير موصولة بالملف بنهايات الاسلاك الموصولة بـمآخذ الجهاز . ويجرى الحكم على حالة العازل بقراءة الجهاز . ويجرى اخذ القياسات عن المقياس المدرج بعد أن يتخذ مؤشر الجهاز وضعاً ثابتاً .

ويعتبر الميجاومتر الذى توجد به تجهيزة لاختيار الفلطية ٥٠٠ و ١٠٠٠ و ٢٥٠٠ فلتط جامعا للاغراض .

ويدعى العمل الجارى لاطهار الاعطال والاضرار فى المكنات الكهربائية قبل الاصلاح بتحديد العيوب . ويجرى تحديد العيوب بالمعاينة الخارجية وبالفك الجزئى او الكلى للمكنة الكهربائية .

ان تحديد العيوب الذى جرى بطريقة المعاينة الخارجية واختبارات المكنة الكهربائية لا يتيح احيانا تحديد طابع وابعاد الاضرار بالمكنة بدقة وبالتالي تحديد حجم اعمال الاصلاح الماثلة . ويعطى تحديد العيوب الذى يجرى بعد فك المكنة فكرة اكثر شمولاً عن حالة المكنة الكهربائية وعن الاصلاح المطلوب . وتسجل جميع الاعطال والاضرار المكتشفة بعد فك المكنة فى بطاقة تحديد العيوب والتي يقام على اساسها بوضع بطاقة سير الاصلاح مع ذكر الاعمال التى يجب انجازها لكل وحدة اصلاحية او لبعض الوحدات التجميعية للمكنة الجارى اصلاحها .



## البند ٤٠ . فك الممكنات الكهربائية

تدخل حيز الاصلاح مكينات كهربائية تختلف عن بعضها البعض بالقدرة والتصميم والبنيان .

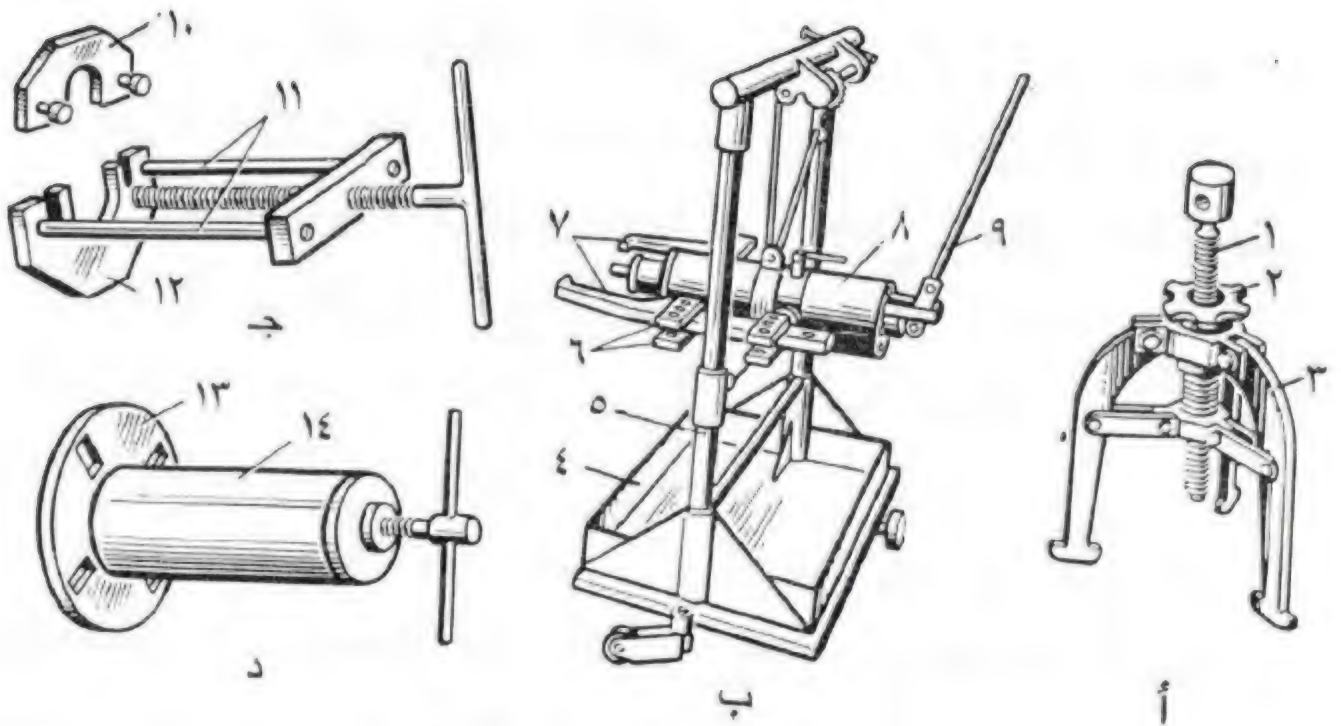
ويتوقف نظام فك كل مكنة كهربائية ماثلة للاصلاح على بنيانها وضرورة الحفاظ على الاجزاء الصالحة فيها ، واما مدى الفك فيحدد بحجم وطابع الاصلاح المائل . واذا كانت المعاينة والاختبارات المسبقة تسمح بالحكم على طابع الاصلاح المائل للمكنة الكهربائية ، فيجب قبل البدء بفكها التأكد من وجود المواد والاجزاء والقطع الاحتياطية المطلوبة للاصلاح ذات القياسات والماركات والمواصفات المناسبة .

ويتكون الفك الشامل للمكنة الكهربائية من مرحلتين اساسيتين : الفك العام ، حيث يجرى عنده فك المكنة حسب الوحدات التجميعية الرئيسية ، والفك المفصل ، حيث يجرى عنده فك الوحدات التجميعية للمكنة قطعة قطعة .

ويجرى ادناه وصف لتعاقب وطرق انجاز العمليات الاساسية لفك المحركات الكهربائية اللاتزامنية من السلسلة الموحدة ذات التصميم الاكثر انتشارا . وتنطبق طرق فكها على معظم الممكنات الكهربائية التي تنتج في الوقت الحاضر والتي انتجت سابقا .

ويبدأ فك الممكنات الكهربائية عادة بنزع انصاف القارنات عن عمود الدوران بواسطة نزاعة يدوية (ذات انفراج منظم لاذرع السحب) او هيدروليكية .

وتسمح النزاعة ذات الانفراج المنظم لاذرع السحب (الشكل ١١١ ، أ) بنزع (سحب) انصاف القارنات مختلفة الاقطار عن عمود الدوران . ويجرى انفراج وتثبيت اذرع السحب (طبقا لاقطار



الشكل ١١١ . نزاعات لرفع (تحرير) انصاف القارنات وكراسي التحميل الارجوحية عن اعمدة دوران الممكنات الكهربائية :

١ - نزاعة لولبية ذات انفراج منظم لاذرع السحب ، ب - نزاعة هيدروليكية ، ج - نزاعة لكراسي التحميل الارجوحية بالقبض على الكرسي ، د - نزاعة لكراسي التحميل الارجوحية بالقبض على اغطية او كبسولات الكرسي بواسطة براغي ؛ ١ - برغي دودي ذو رأس ، ٢ - صمولة ضبط ، ٣ - اذرع السحب (قوابض) ، ٤ - بسطة ، ٥ - قائمة ، ٦ - قضيبا توزيع الحمل ، ٧ - قوابض ، ٨ - مضخة غاطسة (مكبس هيدروليكي) ، ٩ - ذراع مكبس المضخة ، ١٠ - صفيحة مع مسامير وصل ، ١١ - صبالم ، ١٢ - لوحة ، ١٣ - قرص ، ١٤ - هيكل النزاعة

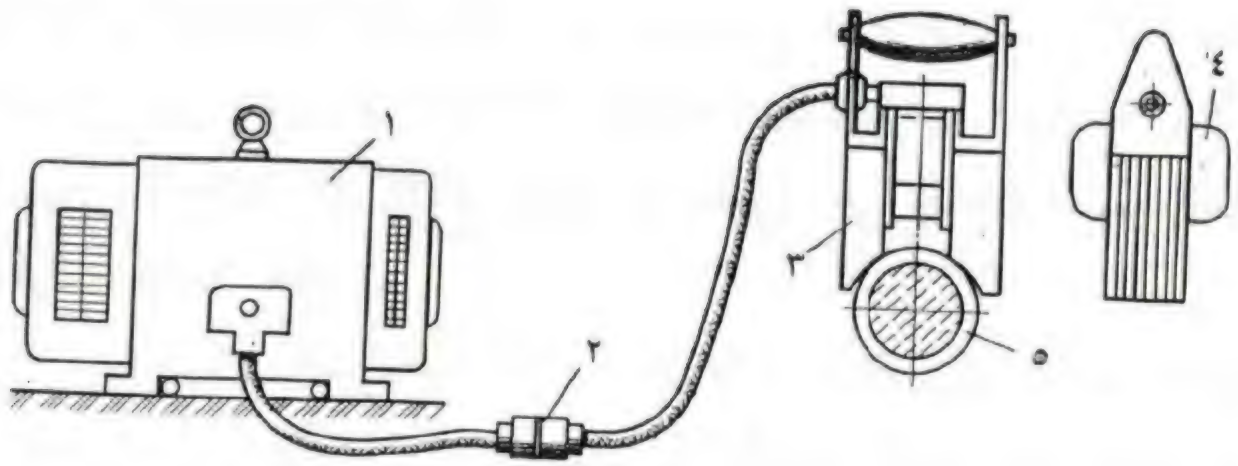
انصاف القارنات الجارى نزعها) بواسطة صمولة الضبط ٢ المركبة على المسمار المقلوظ ١ وتشكل قوة السحب الناشئة عن النزاعة اليدوية ٢٥ - ٣٠ كيلونيوتن . ان انتزاع انصاف القارنات بواسطة النزاعة اليدوية هو عبارة عن عملية ذات جهد عملي تتطلب قوى عضلية كبيرة ولذلك تستخدم نزاعة هيدروليكية لرفع انصاف القارنات التي لا ترضخ للنزع بالرافعة اليدوية وكذلك لرفع انصاف القارنات للمكنات الضخمة .



والنزاعة الهيدروليكية (الشكل ١١١ ، ب) هي عبارة عن البسطة ٤ المركبة على عجلات وبقائمتين ٥ ، اللتين تتحرك عليهما رأسيا المضخة الغاطسة الهيدروليكية ٨ . ولنزع نصف القارنة يقام بتركيب وتثبيت قضيبى توزيع الحمل ٦ على هيكل المضخة ببراغى ، كما ويثبت بينهما القابضان ٧ ببراغى . وتحدد المسافة بين القابضين بقطر نصف القارنة الجارى سحبها .

وللحيلولة دون سقوط نصف القارنة المنزوعة عن عمود الدوران يقام قبل البدء بعملية الفك بتعليقها بحبل على خطاف آلة رفع او ونش كهربائى . ويجرى ضبط مستوى ارتفاع المضخة بحيث يتطابق مركز المصدم مع مركز عمود دوران المكنة واما القوابض فبحيث تطبق بمتانة على نصف القارنة فى مستوى الخط الافقى المار بمركز عمود الدوران . ويبدأ بعد هذا بتحريك الذراع ٩ للمضخة الغاطسة لاحداث الضغط اللازم للزيت داخل هيكلها . ويبدأ الغاطس الرئيسى مع الغواطس الجانبية للنزاعة بالحركة تحت ضغط الزيت وفى هذه الحالة يؤمن بفضل جهود الغواطس الجانبية القبض المتين على نصف القارنة واما جهد الغاطس الرئيسى فيؤمن بواسطته سحب نصف القارنة عن عمود المكنة الكهربائية . وتنجز عمليات رفع انصاف القارنات باستعمال النزاعة الهيدروليكية ب ٥ - ٦ مرات اسرع من رفعها يدويا بالنزاعة اللولبية . وتستخدم النزاعات المشاهدة فى الشكل ١١١ ، ج ، د لرفع كراسى التحميل .

وغالبا ما تكون انصاف القارنات والبكرات والقطع الاخرى للتوصيل ولنقل الحركة مجلسة على عمود الدوران بمتانة زائدة (مع الشد) حيث يمكن تحقيق نزعها فقط بعد التسخين المسبق الذى يجرى بسخانات غازية او مصباح الغاز بحيث لا يفلح عمود



الشكل ١١٢ . مخطط وحدة لتسخين القطع الجارى نزعها عن عمود الدوران بتيار  
على التردد :

١ - مولد بقدرة ١٠ - ١٢ كيلوواط ، ٢ - مقلع مغناطيسى ، ٣ - ملف محاطة  
نقال ، ٤ - وشيعة ملف المحاطة ، ٥ - القطعة الجارى تسخينها

الدوران فى ان يسخن بشدة . ويعتبر التسخين المسبق للقطع الجارى  
نزعها عن عمود المحور بتيارات ذات تردد عالى [بواسطة مولد وملف  
محاطة (الشكل ١١٢) هو الطريقة الاكثر كمالا . ويستخدم  
للتسخين المسبق مولد بتردد يبلغ ٤٠٠ - ٦٠٠ هيرتز وملف محاطة  
يتكون من قلب مجمع من صفائح الصلب الكهربائى الصناعى  
المدلفن على البارد بسلك ٠,٣٥ - ٠,٥ مم مع الوشيعة المجلسة  
عليها والملفوفة بسلك . ويخلق ملف المحاطة فى القطعة من الصلب  
الجارى تسخينها تيارات دوامة يتم بواسطتها تسخين القطعة الى  
درجة الحرارة المطلوبة . وتعتمد سرعة ودرجة حرارة التسخين على  
تردد التيار وقدرة المولد وكذلك على ابعاد وكتلة القطعة الجارى  
تسخينها .

ويجرى تحديد المواصفات الفنية اللازمة للمولد وملف المحاطة  
وكذلك درجة حرارة تسخين القطع الجارى نزعها بالحساب او  
بالتجربة ، اى انطلاقا من الخبرة . وقد اظهرت الممارسة العملية



لاصلاح الممكنات الكهربائية انه عند بلوغ الفرق في درجات حرارة التسخين بين عمود دوران المكنة والقطعة الجارى نزعها ١٠٠ - ١١٠ م° يصبح بالامكان رفع القطع بدون ان تتضرر هي وكذلك العمود الذى تكون مجلسة عليه .

ويجرى فك الممكنات الكهربائية اللائزمانية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط والتي انتجت فى السابق وكذلك التى تنتج فى الوقت الحاضر والممكنات القريبة منها بالبنيان ولكن من مجموعات وتصاميم اخرى ، يجرى فكها حسب التعاقب التالى :

- ينزع غلاف المروحة الخارجية ومن ثم المروحة (وتكون موجودة فى المحركات الكهربائية المغلقة ذات التهوية الذاتية الخارجية) ؛

- تفك البراغى المثبتة للوحتى كراسى التحميل الامامية والخلفية على الهيكل الحامل (تقع الامامية فى الجهة المعاكسة لآلية الادارة وتقع الخلفية من جهة آلية الادارة) وكذلك البراغى المثبتة لغطاء كراسى التحميل الواقع من جهة آلية الادارة ؛

- ترفع اللوحة الخلفية بضربات الشاكوش الخفيفة خلال قطعة دق مطولة من الخشب او الالومنيوم او النحاس ؛

- يسحب العضو الدوار من العضو الساكن ، ولهذا الغرض يدفع بالعضو الدوار باتجاه اللوحة الامامية وتسحب اللوحة من القفل . ومن ثم يسحب العضو الدوار من العضو الساكن وهو مسنود ويراعى بان لا تتضرر الاجزاء الجبهية للملف والمروحة والقطع الاخرى ؛ - ترفع اللوحة الامامية عن كرسى التحميل للعضو الدوار

المجلس على عمود الدوران بضربات الشاكوش الخفيفة خلال قطعة دق مطولة وذلك بالفك المسبق للبراغى المثبتة لغطاء كرسى التحميل ؛

وللمحرك ذى حلقات التلامس يقام مسبقا برفع غلاف حلقات التلامس ،  
وسحب الفراشى من مواسكها وفك البراغى المثبتة لجسم غلاف  
حلقات التلامس ومن ثم يرفع الغطاء ؛

- وترفع كراسى التحميل الارجوحية عن عمود الدوران  
بالنزاعة . وللمحركات ذات العضو الدوار الطورى يقام مسبقا برفع  
حلقات التلامس ، ولهذا الغرض يفك لحام القوامط التوصيلية عن  
نهايات اطراف الاخراج ، وتفك البراغى المثبتة لماسك طرف  
الاخراج (اذا وجد) وترفع من قناة عمود الدوران حلقة الايقاف .  
ويقام برفع كراسى التحميل فقط عند ضرورة استبدالها .

وعند رفع لوحات كراسى التحميل لمكنات ذات قدرة ٥٠  
كيلوواط واكثر يقام بسحب اللوحات بانتظام بواسطة براغى العصر  
الى ان تخرج اللوحات من تجويف الهيكل الحامل . واذا لم ترتأى  
براغى العصر فى التصميم يجرى رفع اللوحات بوسائل نزع يدوية  
او هيدروليكية .

ويتغير وضع العضو الدوار بالنسبة الى وضع العضو الساكن  
بعد رفع احدى لوحات كراسى التحميل : يتخذ العضو الدوار وضعاً  
مائلاً (يحصل انحراف) ، ولذا يلزم قبل رفع اللوحة فى المكنات  
الضخمة وضع رافعة هيدروليكية تحت طرف عمود الدوران او  
تعليق العضو الدوار من طرف العمود بواسطة رافعة كهربائية وكذلك  
وضع حشوة من الكرتون الكهربائى على الجزء السفلى للتقوير وفقط  
بعد هذا يجرى تحرير طرف العمود من الرافعة الهيدروليكية او  
الكهربائية .

واهم عملية هى اخراج العضو الدوار من تجويف العضو  
الساكن وذلك لان تعرقل (اصطدام) العضو الدوار بالقلب او بملف

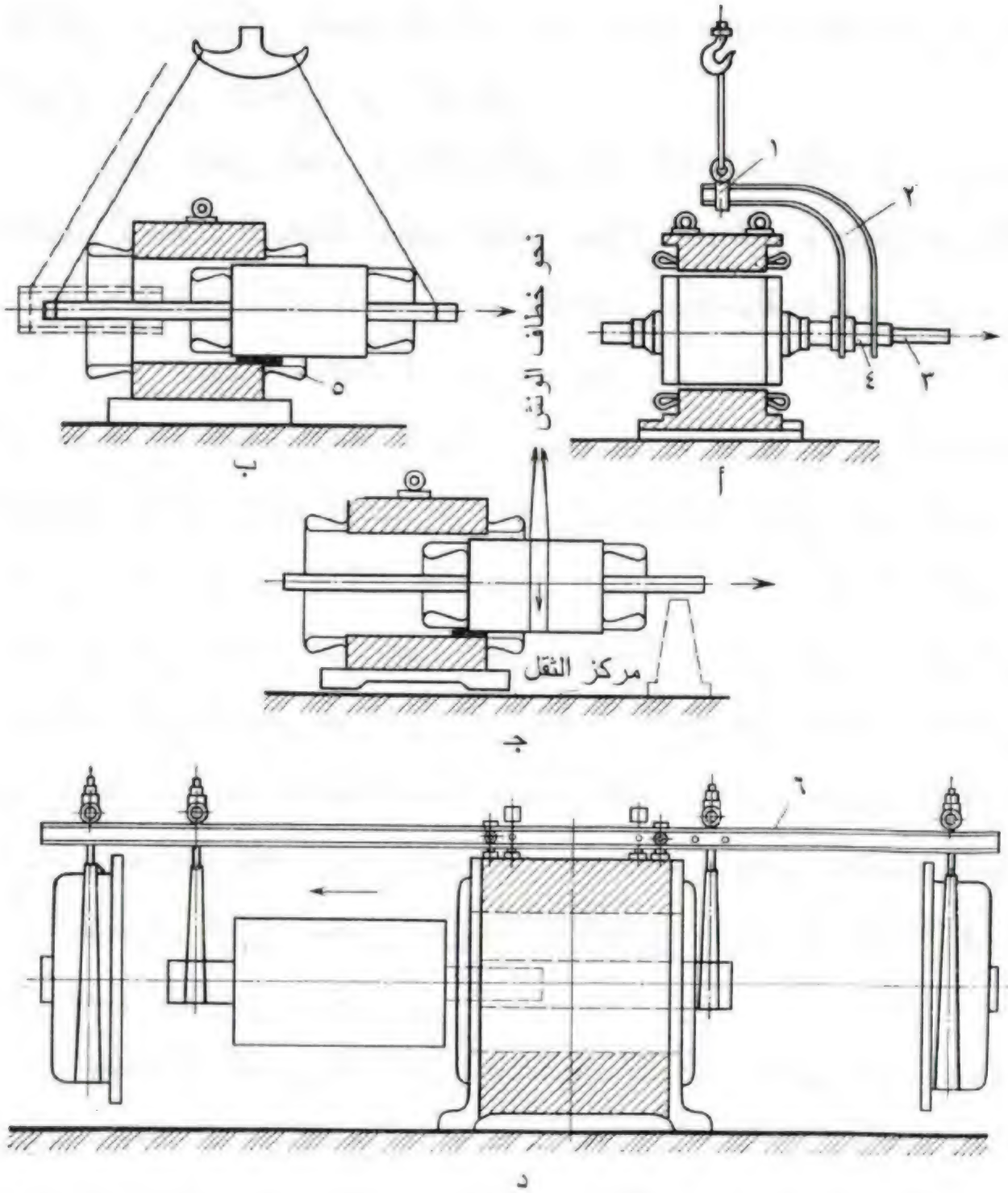


العضو الساكن قد يؤدي الى اضرار بالغة . وتبلغ كتلة الاعضاء الدوارة لبعض الممكنات عدة مئات من الكيلوغرامات ولذا يلزم قبل البدء باخراج العضو الدوار تفقد وسائل الرفع واما العمل المتعلق باخراج العضو الدوار فيجب انجازه مع المراعاة الصارمة لقواعد السلامة المهنية المناسبة .

ويجرى اخراج الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج للمكنات ذات القدرة الصغيرة يدويا بدون استخدام اية اداة . ويتم تحقيق اخراج العضو الدوار (عضو الانتاج) من العضو الساكن باحدى الوسائل الظاهرة في الشكل ١١٣ ، أ - د .

وعند الفك العام للمكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر يقام في البداية برفع الاغطية عن علبة المآخذ والاطراف الجانبية للوحة كرسى التحميل الامامية ، وتفصل الاسلاك التي توصل مواسك الفراشى بوشيعة القطب الاضافي والاسلاك الموصلة لمواسك الفراشى بالملامسات في علبة المآخذ ومن ثم تستخرج الفراشى من اوقاب مواسك الفراشى .

ولحماية عضو التوحيد من الاضرار الميكانيكية يقام بلفه بلوح من الكرتون يجرى تثبيته عليه برباطين من شريط الورق القطنى او من خيوط المصيص . وبعد ذلك تفك البراغي المثبتة للوحات كراسى التحميل على الهيكل ، وتركب براغي العصر وتشد في ثقوب لوحات كراسى التحميل وتستخرج ثنايا اللوحات من تجويف الهيكل الحامل ، وفي الوقت نفسه يسند عضو الانتاج من طرف عمود الدوران للحيلولة دون اصطدام عضو الانتاج بالقطب السفلى للمكنة . وتزاح فيما بعد لوحات كراسى التحميل عن الكراسى نفسها ويدفع عضو



الشكل ١١٣ . طرق اخراج العضو الدوار (عضو الانتاج) من العضو الساكن :

أ - بواسطة قامطة ، ب - بقطعة مطولة من ماسورة سميكة الجدار ، ج - بواسطة موازنة كتلة العضو الدوار (عضو الانتاج) ، د - بوسيلة خاصة مركبة على هيكل المكنة ؛ ١ - حلقة تعليق (عروة) ، ٢ - قامطة ، ٣ - ذيل ، ٤ - جولى ، ٥ - حشوة من الكرتون ، ٦ - عارضة بمقطع قناة



الانتاج من الهيكل باتجاه الطرف الحر لعمود الدوران وهكذا يجرى اخراج عضو الانتاج من الهيكل .

وعند الفك العام للمكنة الكهربائية التزامنية يقام فى البداية بفصل الاسلاك الموصلة لملف المثير بجهاز الفراشى ، وتفك صمولة برغى الايقاف المثبتة للوحة كرسى التحميل بكبسولة الكرسى ويدور هذا البرغى بمقدار ٣ - ٤ دورات ومن ثم تفك البراغى المثبتة للوحة كرسى التحميل على الهيكل ، وتستخرج لوحة كرسى التحميل الخلفية بواسطة براغى العصر من تجويف الهيكل وتنزع عن كبسولة كرسى التحميل . وتفك بعد ذلك البراغى المثبتة للوحة كرسى التحميل على الهيكل من جهة المثير وتستخرج من تجويف الهيكل بواسطة براغى العصر ومن ثم ينزل العضو الدوار على العضو الساكن بعد وضع لوح من الكرتون مسبقا تحت العضو الدوار الجارى انزاله . وتزاح فيما بعد لوحة كرسى التحميل مع هيكل المثير المثبت عليها عن كبسولة كرسى التحميل ويسحب العضو الدوار للمكنة التزامنية مع عضو الانتاج للمثير من العضو الساكن .

وتتحدد الضرورة للفك المفصل للمكنة الكهربائية بحالة قطعها ووحداتها التجميعية وبحاجتها الى الاصلاح . ويقام عند الفك المفصل برفع كراسى التحميل الارجوحية وعضو التوحيد وحلقات التلامس والمروحة ، وبطرد عمود العضو الدوار (عضو الانتاج) وكراسى التحميل الانزلاقية بالضغط . ويرد ادناه وصف لطرق انجاز مختلف اشكال الفك المفصل .

يتم تحقيق نزع كراسى التحميل الارجوحية عن عمود الدوران بواسطة النزاعات (انظر الشكل ١١١ ، ج ، د) . وينبغى عند نزع كرسى التحميل عن عمود الدوران اتخاذ اجراءات الحيلة التى

تستبعد تضرر كرسى التحميل نفسه وعمود دوران الممكنة . وفى معظم الممكنات الكهربائية يكون تجليس كرسى التحميل على عمود الدوران منجزا بشد حلقاته الداخلية ولذا يجب توجيه القوة عند نزع كرسى التحميل الى جانب هذه الحلقة . واما كراسى التحميل المجلسة على العمود بصعوبة كبيرة والتي لا تستجيب للنزع بالنزاعات اليدوية فيجرى رفعها بواسطة نزاعة هيدروليكية .

ويجرى نزع عضو التوحيد عن عمود الدوران بعد فصل ملف عضو الانتاج عن صفائح عضو التوحيد . وتسند اذرع السحب لتجهيزه النزع فقط الى جلبه عضو التوحيد او الى عناصر تثبيت الجلبة .

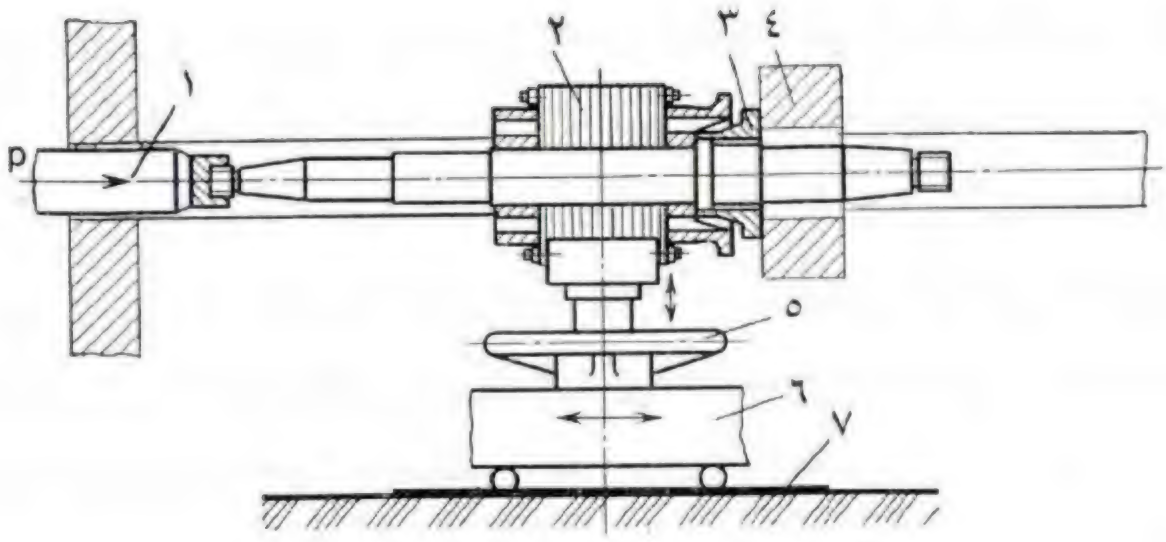
ويتم انجاز نزع حلقات التلامس عن عمود الدوران للعضو الدوار الطورى (بعد فصل اطراف اخراج الملف عنها) بواسطة نزاعات تشاهد فى الشكل ١١١ ، أ ، ب .

ويجرى نزع المروحة عن عمود الدوران عند ضرورة اصلاح او استبدال المروحة او عمود الدوران او الملف . وتنزع المروحة بالنزاعات العادية . وعندما تكون جلبه المروحة مجلسة بصعوبة (بالشد) يجرى تسخينها مسبقا .

ويتم انجاز طرد عمود الدوران بالكبس من قلب العضو الدوار (عضو الانتاج) عند ضرورة اعادة حشو القلب واصلاح عمود الدوران واستبداله . وتتطلب هذه العملية بذل جهود كبيرة ولذا يتم تحقيقها بواسطة مكابس هيدروليكية او رافعات . ويلزم عند طرد عمود الدوران (الشكل ١١٤) مراعاة المتطلبات التالية : — يجب ان يكون سطح الارتكاز للمكبس متعامدا بدقة مع

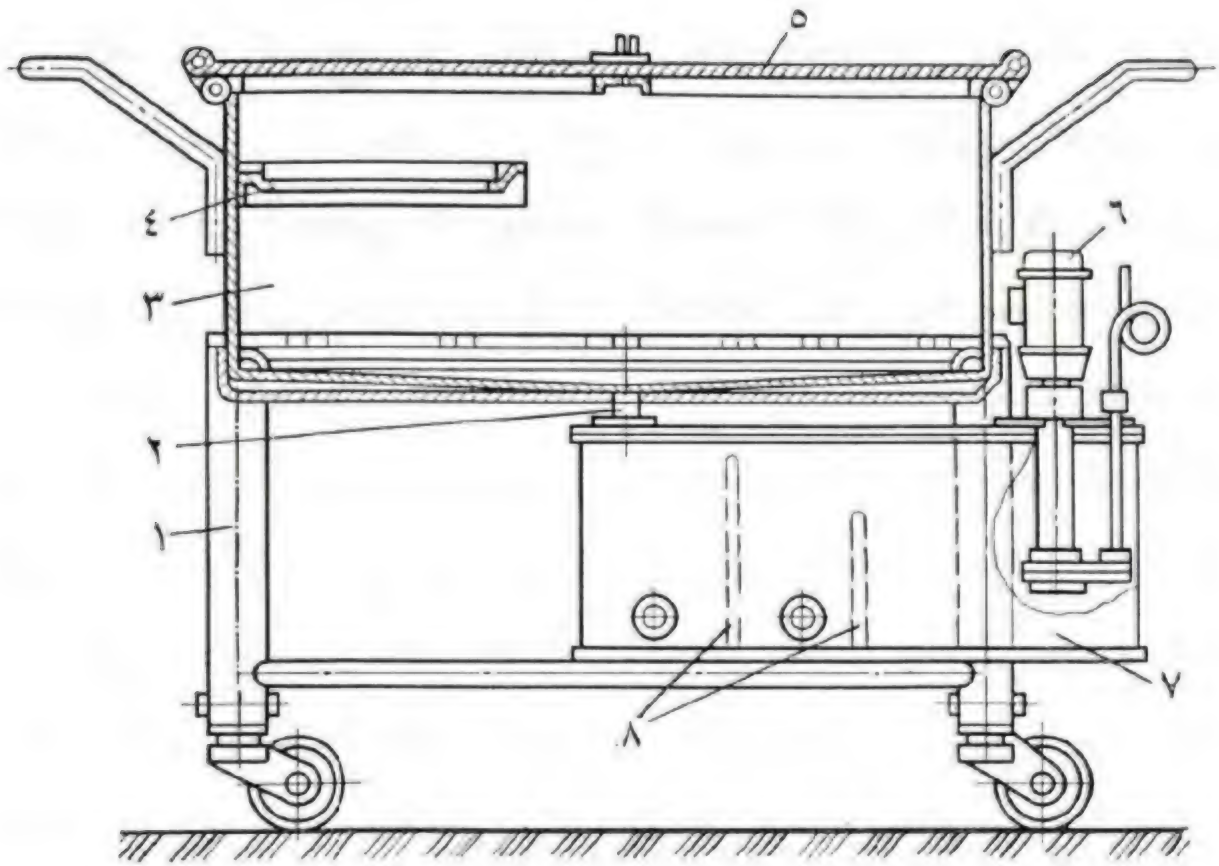
خط محور العمود ؛





الشكل ١١٤ . مخطط طرد عمود الدوران من قلب العضو الدوار بالمكبس :  
 ١ و ٤ - ذراع وعارضة المكبس ، ٢ - قلب ، ٣ - جلبة ارتكاز ، ٥ - مقود  
 ضبط ارتفاع قاعدة الارتكاز الرأسية ، ٦ - قاعدة ارتكاز متحركة ، ٧ - سكة حديد

- يجب ان يكون اتجاه قوى الطرد التي يشكلها المكبس  
 متطابقا مع خط محور العمود ؛  
 - يجب ان ينتقل الضغط على القلب ذى الوردات الضاغطة  
 من الحديد الزهر خلال جلبة ارتكاز قابلة للاستبدال .  
 ويجرى طرد كراسى التحميل الانزلاقية من الهيكل بواسطة  
 مكبس رأسى عند استبدالها وعلى الاغلب عند ضرورة اعادة صب  
 الحواضن . ويقام بطرد كراسى التحميل للمكنات الكهربائية ذات  
 القدرة الصغيرة بضربات الشاكوش خلال قطعة دق خشبية مع الحرص  
 على عدم الاضرار بهيكل كراسى التحميل .  
 وعند الاصلاح الشامل للمكنات الكهربائية العاملة بالتيار  
 المستمر غالبا ما يتطلب رفع الاقطاب الرئيسية والاضافية ، مثلا  
 عند اصلاح الوشائع المتضررة او عند استبدال القطع العازلة او قطع  
 التثبيت وعند حالات اخرى . وينبغى قبل نزع القطب فصل نهايات  
 السحب والاسلاك التوصيلية عنه ومن ثم تحريره من قطع التثبيت



الشكل ١١٥ . مكنة غسيل نقالة

وبعد ذلك يرفع القلب مع مراعاة اجراءات الحيطه التي تستبعد سقوط القلب الجارى رفعه والاضرار بملفه وبملفات الاقطاب المجاورة فى المكنة .

ويقام بتنظيف كراسى التحميل الارجوحية والانزلاقية والمروحة وعمود الدوران وقطع اخرى من الجزء الميكانيكى للمكنة وغسلها بمواد الغسيل الاصطناعية ومسحها بفوط او خرق بالية . وتغسل القطع فى مكنة غسيل نقالة (الشكل ١١٥) ، تتكون من العربيه ١ التى يركب على جزئها العلوى الحوض ٣ مع الشبكة واما على جزئها السفلى فيركب الخزان ٧ مع المضخة الكهربائيه ٦ المركبة فيه . ويوجد على الجدار الجانبى للحوض الرف ٤ الذى يستخدم لوضع القطع الصغيره الجارى غسلها عليه . ويكون الحوض مغلقا بالغطاء ٥ ، والماسوره المتفرعه ٢ ملحومة على قاع الحوض حيث يجرى بواسطتها تصريف



سائل الغسيل المتسخ الى الخزان ٧ ذى الحوائط الفاصلة ٨ التى تشكل حوض ترسيب الاوساخ . ويجرى سائل الغسيل من الخزان ٧ الى الحوض ٣ بواسطة المضخة الكهربائية ٦ والماسورة المعدنية التى تنتهى بخرطوم مرن من المطاط المقاوم للزيوت والبنزين . ويقام بتنظيف قطع الجزء الكهربائى للمكنة بدقة فقط من الغبار والافساخ وزيت التشحيم . وعند ضرورة غسل الملفات تنظف بالهواء المضغوط وتمسح ومن ثم تغسل بسوائل التنظيف الاصطناعية التى ترش على الملف بواسطة عفارة . ويقام بتعليم وحفظ جميع قطع المكنة الكهربائية المنظفة والصالحة للاستعمال المتكرر واما الغير صالحة منها فترسل الى اقسام غير اصلاح الكهربائى لاصلاحها او ترميمها او تجهيز قطع جديدة .

وعند انجاز اعمال فك المكنة الكهربائية وتنظيف قطعها تنبغى مراعاة اجراءات السلامة والامان ضد الحريق بصرامة . ويجب استعمال الحبال وتجهيزات رفع الاحمال الصالحة التى تم فحصها فقط والملائمة لكتلة الحمل الجارى رفعه . وعند العمل باستعمال سوائل التنظيف السامة والسريعة الاشتعال من الضرورة اتخاذ اجراءات تستبعد التسمم بابخרתها والاشتعال عند تلامسها مع النار المكشوفة . وينبغى عند الفك استعمال ادوات وآليات صالحة فقط .

#### البند ٤١ . اصلاح اعضاء التوحيد وجهاز الفراشى وحلقات التلامس

اعضاء التوحيد . يتضرر عضو التوحيد اكثر من غيره فى المكنات العاملة بالتيار المستمر اثناء التشغيل لمدة طويلة : حيث يختلف شكله الهندسى الصحيح ويحصل تماس بين صفائح عضو

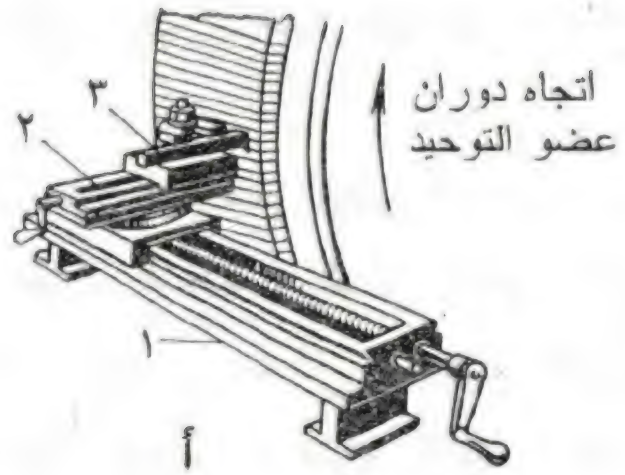
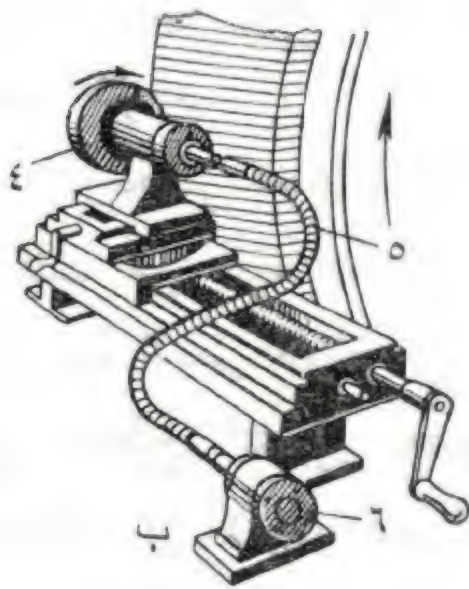
التوحيد ويبرز العازل ما بين الصفائح فوق الاخبرة وتهترئ صفائح  
عضو التوحيد .

ويحصل اختلال الشكل الهندسى الصحيح لعضو التوحيد على  
الاغلب من جراء التشغيل الغير مقبول للمكنة وبشكل رئيسى فتح  
الدروب السابق لاوانه على سطحه . ويتميز العطل بتشكيل تموج  
على السطح التشغيلى لعضو التوحيد نتيجة الاهتراء الغير منتظم  
لصفائحه فى الاتجاه الطولى والخفقان الزائد فى الاتجاه القطرى .

ولازالة العيب واعادة الشكل الهندسى الصحيح وتكوين الخشونة  
المطلوبة للسطح يقام بخراطة عضو التوحيد على مكنة الخراطة ومن  
ثم يجلىخ ويصقل . وللحصول على الشكل الهندسى الصحيح تنبغى  
معايرة عمود الدوران باعناقه (عند تركيب عضو الانتاج على مكنة  
الخراطة) بدقة بواسطة ورنية قياس الارتفاع ومن ثم بالمؤشر . ويجرى  
جلىخ عضو التوحيد عند التغذية الادنى (لا اكثر من ٠,٠٥ مم/دورة)  
بقواطع ذات شرائح من سبيكة صلبة وبسرعة قطع تعادل ١ - ١,٥  
م/ثانية ولا تزيد عن السرعة الدائرية التشغيلية المقدرة لعضو التوحيد .  
وتنبغى عند الخراطة ازالة كمية من المعدن عن عضو التوحيد ما  
تكفى لازالة العيب الموجود .

وتفتح بانتهاء الخراطة دروب على عضو التوحيد ومن ثم يجلىخ  
و يصقل . وفى الممارسة العملية للاصلاح تجرى الخراطة والجلىخ  
بواسطة اجهزة نقالة (الشكل ١١٦ ، أ ، ب) حيث يدور عضو  
الانتاج للمكنة فى كراسى التحميل الخاصة به . وينجز جلىخ عضو  
التوحيد عند سرعة الدوران المقدرة لعضو الانتاج . واما الصقل فينجز  
بواسطة القطع الخشبية من اصناف الاشجار الغير صمغية (الزان ،  
القيقب) التى تركيب فى مواسك الفراشى بدلا من الفراشى ، بحيث



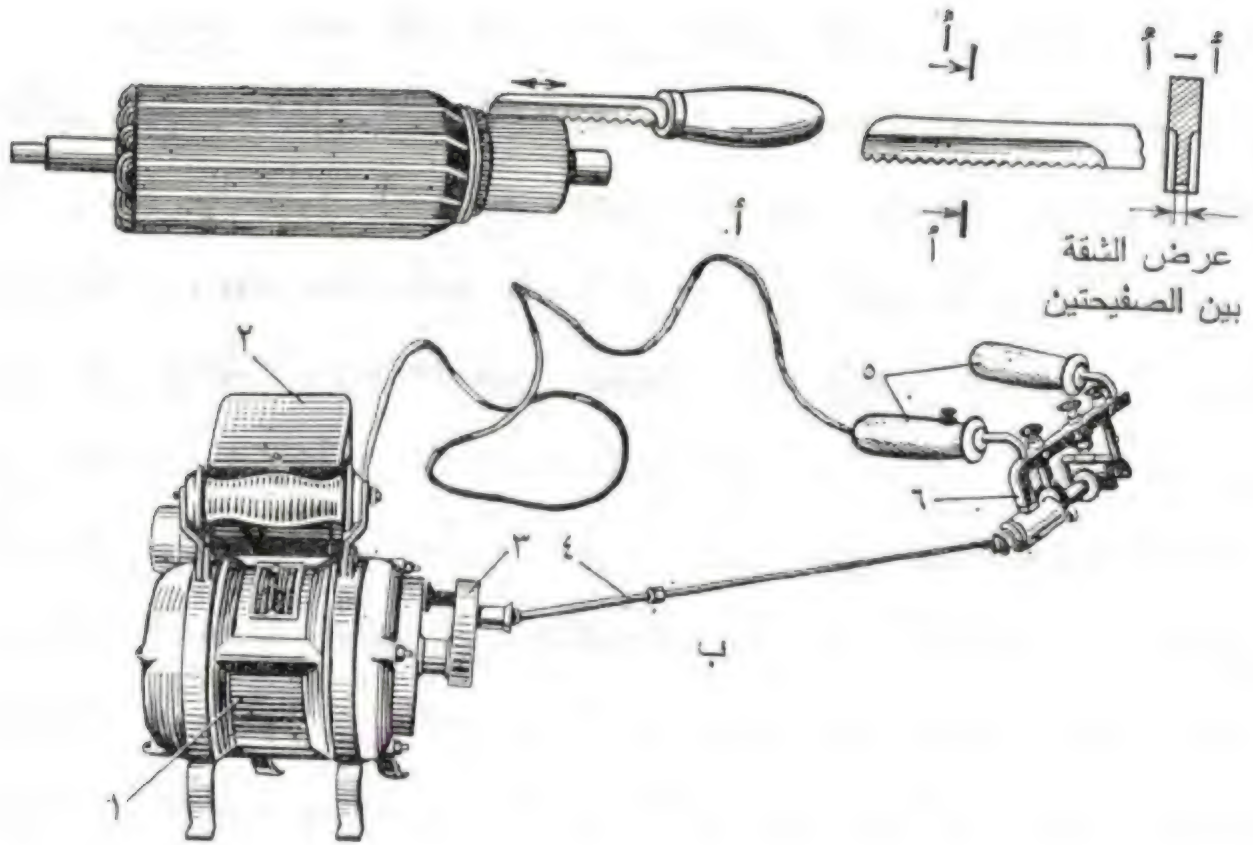


الشكل ١١٦ . اجهزة نقالة لخرطة (أ) وجلخ (ب) عضو التوحيد عند دوران عضو الانتاح للمكنة الكهربائية العاملة بتيار مستمر في كراسي التحميل الخاصة به :  
١ - قاعدة حاملة ، ٢ - عربة ، ٣ - قلم قطع ، ٤ - قرص من الكاربورندم (حجر جلخ من كربيد السيليكون) ، ٥ - عمود دوران مرن ، ٦ - محرك كهربائي

تقع اليافها بشكل متعامد مع عضو التوحيد . ويساعد الصقل على التكوين السريع للطبقة المتأكسدة («برنيق») على سطح عضو التوحيد ، اللازمة للتحويل الجيد للتيار الكهربائي .

ويختتم اصلاح عضو التوحيد بفتح الدروب ، الذي ينحصر في قطع العازل الميكانيكي ما بين الصفائح بعمق ٠,٥ - ١,٥ مم تبعاً لقياسات عضو التوحيد .

وعندما يكون عدد المكنات العاملة بالتيار المستمر قليلاً ، يجرى فتح الدروب لأعضاء التوحيد بواسطة قاطعات يدوية (الشكل ١١٧ ، أ) مزودة بشريط منشار معادن ، وأما في مؤسسات الإصلاح فيجرى فتح الدروب بواسطة تجهيزة نقالة خاصة للاستخراج الممكن للعازل ما بين الصفائح (الشكل ١١٧ ، ب) وتتكون من محرك كهربائي وجزء تشغيلي بسكين تفريز . ويكون المحرك الكهربائي



الشكل ١١٧ . ادوات لفتح الدروب في اعضاء التوحيد للمكنات العاملة بالتيار المستمر :

أ - قاطعة يدوية ، ب - تجهيزة نقالة للاستخراج الممكن للعازل ما بين صفائح عضو التوحيد ؛ ١ - محرك كهربائي ، ٢ - جهاز بدء (مقلع) مغناطيسي ، ٣ - مخفض سرعات ، ٤ - عمود كردان (وصلة متحركة) ، ٥ - مقابض ، ٦ - الجزء التشغيلي

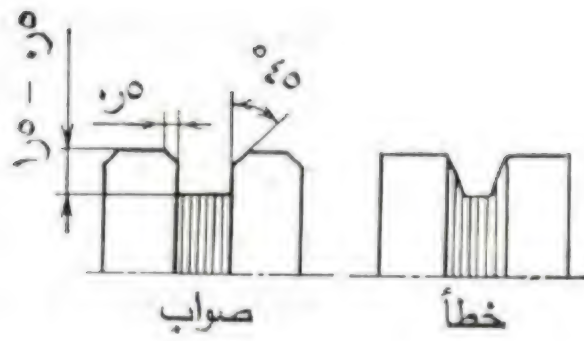
١ ذو القدرة البالغة ٠,٢٥ كيلوواط مزودا بمخفض سرعات ٣ بنسبة نقل الحركة ١ : ٣ . ويتم التحكم في المحرك بواسطة جهاز بدء (مقلع) مغناطيسي ٢ الذى يقع زر التشغيل والايقاف له على المقبض الايمن ٥ للجزء التشغيلي ٦ . ويكون الجزء التشغيلي مزودا بتدرج مئوى لتركيب سكاكين التفريز القرصية حسب مقدار المقياس والخطوة لصفائح عضو التوحيد ، وكذلك بترس متحد بالمركز يسمح بضبط عمق الدرب (القناة) . ويتم فتح الدرب فى العازل بسكينة تفريز ذات دوران يسارى وبسمك مناسب .



وينجز فتح الدروب على النحو التالى : يؤرض المحرك الكهربائى ويوصل بالشبكة الكهربائية . ويحدد العمق اللازم لفتح الدروب والخطوة لصفائح عضو التوحيد بواسطة عربة وركائز متحركة . وبعد هذا يفتح يدويا درب اول حشوة ما بين الصفائح . ومن ثم يؤخذ الجزء التشغيلى للجهاز باليد وتوضع السكين الموجهة فى القناة المفتوحة ويدار المحرك ويفتح الدرب فى الحشوة ما بين الصفائح وذلك بتوجيهه مقطوع التفريز الدوار على طول الحشوة العازلة . ويوقف المحرك الكهربائى بالضغط على زر الايقاف ، وتوضع السكينة الموجهة فى الدرب الذى استخرجته سكينة التفريز للتو وبتكرار العملية يستخرج الدرب التالى بين صفائح عضو التوحيد بسكينة التفريز .

وتستخدم التجهيزة النقالة لفتح الدروب فى عازل عضو التوحيد بشكل واسع فى الممارسة العملية للاصلاح ، لأن استخدامها يخفف من جهد العمل المبذول على هذه العملية بست مرات بالمقارنة مع انجاز هذه الاعمال يدويا كما ترتفع جودة فتح الدروب . وعند مباشرة العمل لفتح الدروب ، يجب التيقن من صحة اتجاه دوران سكينة التفريز (بواسطة مؤشر مثبت على هيكل التجهيزة) ومثانة تثبيتها . وينجز العمل لفتح الدروب باستعمال نظارات واقية ولباس تكون اكمامه مربوطة عند المعصمين .

ويقام بانتهاء فتح الدروب بمعالجة حواف صفائح عضو التوحيد بمبرد (تزال النتوءات) وتشطف بزاوية ٤٥° كما هو ظاهر فى الشكل ١١٨ . وفى بعض الحالات قد تصبح صفائح عضو التوحيد متضررة جدا لدرجة يصبح معها الاستخدام اللاحق لها مستحيلا بدون استبدالها . ومن اكثر الاسباب فى تضرر عضو



الشكل ١١٨ . معالجة الصفائح واستخراج العازل ما بين الصفائح عند فتح دروب  
فى عضو التوحيد

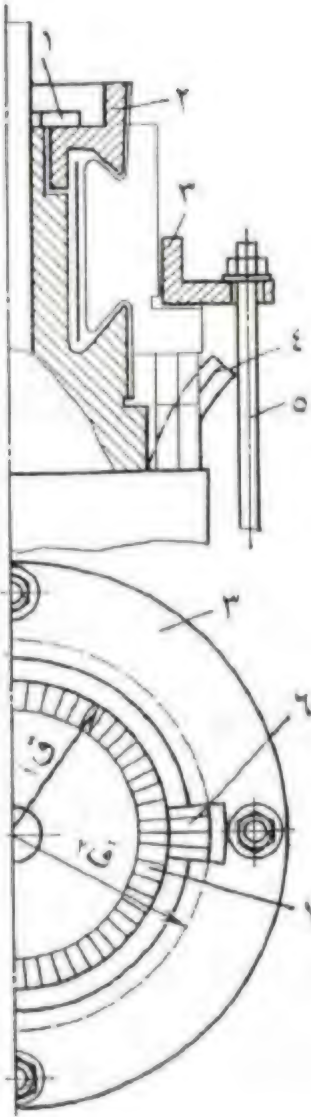
التوحيد هو تكوين العديد من التفريغات الكهربائية على سطحه (اقواس كهربائية) والمنتشرة على طول السطح والمكونة لـ «النار الدائرية» التى تفسر بالفلطية العالية جدا (عادة اكثر من ٢٠ فلت) بين الصفائح المتجاورة لعضو التوحيد . ان شدة تكوين التفريغات الكهربائية الصغيرة والتحول الى نار دائرية تكون مرهونة بابعاد الممكنة الكهربائية وبالدرجة الاولى بقدرتها وبالمقاومة الفعالة وبالتأثيرية الذاتية للوحدات وكذلك بسرعة دوران عضو الانتاج .

ان تكوين النار الدائرية فى الممكنات ذات القدرة الصغيرة يؤدى الى ظهور آثار اسوداد على سطح عضو التوحيد واما فى الممكنات الكبيرة فتظهر اقواس قصيرة قوية تسبب انصهارا جزئيا لحواف الصفائح المتجاورة وتكوين حروق نافذة (فوهات) باعماق تصل الى ٢ مم .

وعند اصلاح الممكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر يسمح باستبدال ما يبلغ الخمس صفائح لعضو التوحيد للممكنة الجارى اصلاحها . ويجرى استبدال الصفائح المتضررة بواسطة ادوات خاصة مع مراعاة الاجراءات التى تضمن الحفاظ على تراص عضو التوحيد وشكله الهندسى .



الشكل ١١٩ . استبدال الصفائح المتضررة  
 لعضو التوحيد بواسطة تجهيزة خاصة :  
 ١ - صمولة ، ٢ - وردة ، ٣ - قرص ،  
 ٤ - اسلاك مفصول عنها اللحام ،  
 ٥ - صبلمة شد ، ٦ - تقوية لازالة  
 الصفائح ، صفائح عضو التوحيد ؛  
 ١ و ٢ - قطر عضو التوحيد وقطر  
 الاعناق

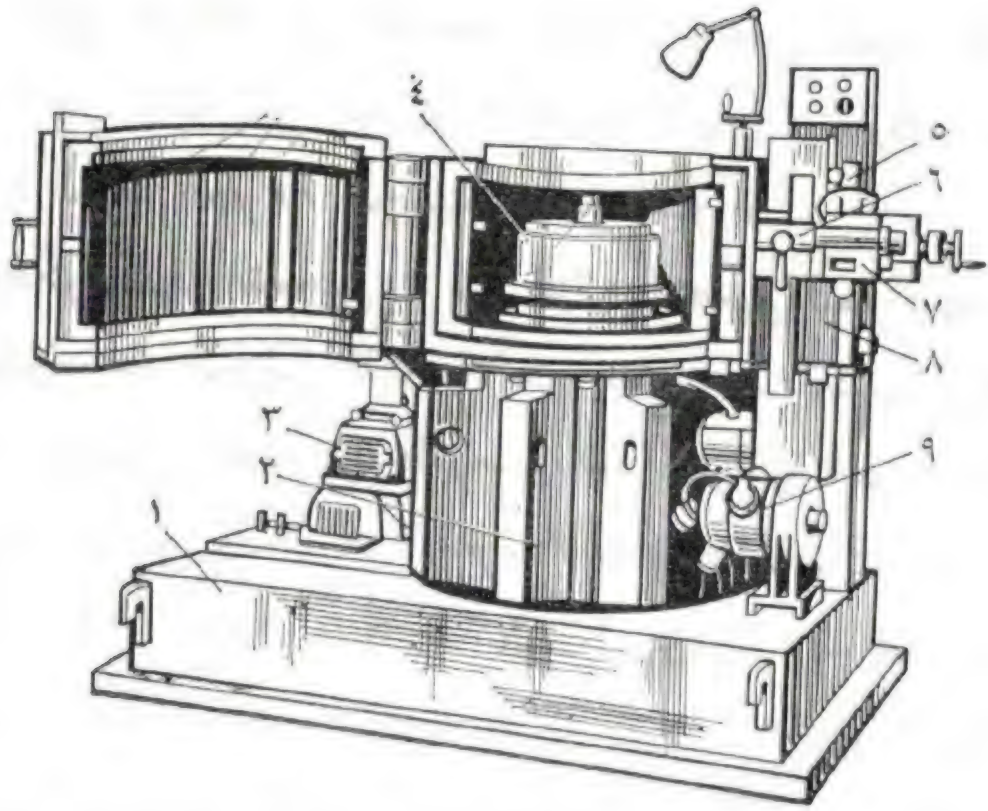


وتستبدل الصفائح المتضررة  
 بواسطة تجهيزة (الشكل ١١٩) على النحو  
 التالى :

يرفع الرباط ويفصل لحام اسلاك ملف  
 عضو الانتاج عن الاعناق ويفصل  
 لحامها بحيث لا تعرقل العمليات اللاحقة

للاصلاح. ويركب قرص الاصلاح ٣ للتجهيزة الذى توجد فيه تقوية  
 خاصة ٦ والتي يتساوى قياسها مع قياس الصفائح الواقعة بجانبها والمائلة  
 للاستبدال ؛ يركب القرص ويثبت بصبالم الشد ٥ ، بحيث تقع  
 تقويته قبالة الصفائح الجارى استبدالها . وترفع فيما بعد الحلقة  
 الضاغطة (الوردة ٢) والكم الميكانيكى\* لعضو التوحيد وتزاح الصفيحة  
 بواسطة ازميل وشاكوش باتجاه خط محور عضو التوحيد الى خروج  
 «ذيلها» من البروز المخروطى للجلبة ومن ثم تحرك الصفيحة فى  
 الاتجاه الشعاعى (الخط نصف قطرى) وتستخرج من عضو التوحيد .

\* يجرى تسخين عضو التوحيد الى ٧٠ - ٨٠ °م وذلك لتسهيل رفع الكم  
 الميكانيكى .



الشكل ١٢٠ . مكنة للتشكيل الديناميكي لأعضاء التوحيد :

- ١ - قاعدة حاملة ، ٢ و ٣ - عمود ارتكاز وآلية نقل الحركة للعمود الدوار ،
- ٤ - غرفة تسخين ، ٥ - برغى تحريك ، ٦ - رأس تدوير ، ٧ - عربة ،
- ٨ - آلية عربة الخراطة ، ٩ - تجهيزة ماصة للغبار

ويجب تجهيز الصفائح الجديدة من نفس المواد وان يكون لها نفس القطاع والابعاد تماما مثل الصفائح المتضررة الجارى استبدالها . وتجمع الصفائح وتكبس مسبقا مع العازل الميكانيكى وبيعها البعض ومن ثم تركيب فى عضو التوحيد .

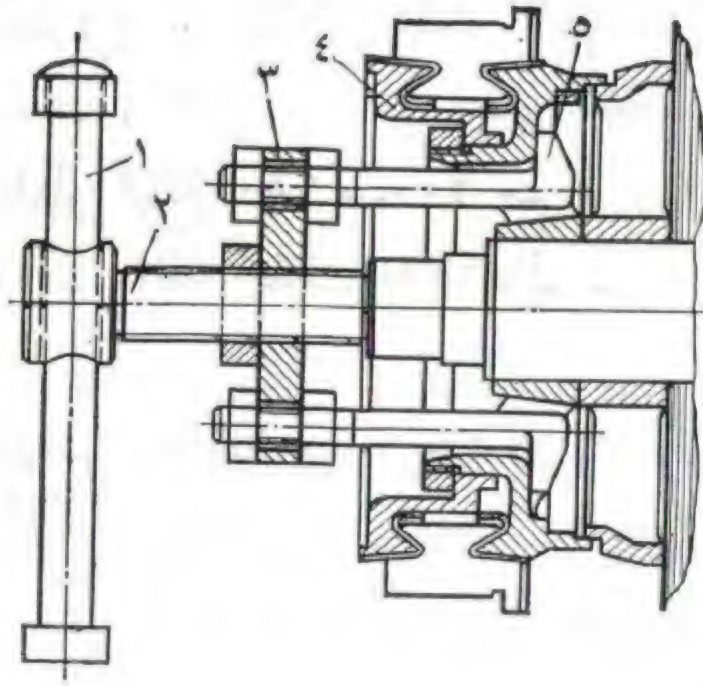
ويجرى تجميع عضو التوحيد فى تعاقب معاكس للفك . ويقام بعد الاصلاح مع استبدال صفيحة واحدة او عدة صفائح بتشكيل عضو التوحيد . وتستخدم فى مصانع الاصلاح الكهربائى الضخمة المزودة جيدا بالمعدات مكنات خاصة (الشكل ١٢٠) للتشكيل الديناميكي لأعضاء التوحيد .



تتكون المكنة من القاعدة الحاملة ١ ومن عمود الارتكاز ٢ للعمود الدوار وآلية نقل الحركة ٣ للعمود الدوار ، وغرفة التسخين ٤ والآلية ٨ لعربة الخراطة وتجهيزة ماصة للغبار ٩ .

وتتكون غرفة التسخين [٤] من جزئين متصلين فيما بينهما مفصليا حين يكون احد الجزئين ثابتا والآخر ينفتح عند تركيب ورفع عضو التوحيد . وتسخن الغرفة بواسطة سخانات كهربائية انبوبية مركبة بين الجدارين الداخلى والخارجى ومعزولة عنهما بعازل واق من الحرارة . ويحافظ على الحرارة المقدرة اوتوماتيا بواسطة ضابط حرارى . وتستخدم التجهيزة الماصة للغبار لازالة النثار النحاسى والميكانيكى . ويركب عضو التوحيد المائل لعملية التشكيل على العمود الدوار ويثبت بصمولة . ويدار العمود الدوار بواسطة محرك كهربائى خلال ناقل حركة بالسيور ذى المقطع الاسفينى .

وتوجد لعربة الخراطة المخصصة لخراطة شريط (حزام) المراقبة حركتا تغذية تشغيليتان : حركة طولية - اى انتقال رأسى على القوائم الموجهة بواسطة برغى التحريك ٥ وحركة عرضية - اى انتقال افقى على موجهات العربة ٧ . ويكون رأس التدوير مركبا على العربة وله ماسكان - احدهما لتثبيت قلم القطع لخراطة الشريط (الحزام) والآخر للمجس اللاتلامسى (جهاز تحسس عن بعد) لاقامة رقابة الشكل الهندسى لعضو التوحيد (لا يظهر فى الشكل). وتحرك عربة الخراطة يدويا عند خراطة الشريط بواسطة مغذى لولبى . وفى هذه الحالة ينغرس قلم القطع فى عضو التوحيد الى عمق معين . وتحصل عربة الخراطة مع قلم القطع على التغذية الطولية من المحرك الكهربائى خلال مخفض السرعات وزوج من المسننات المخروطية وناقل حركة دودى وبرغى تحريك . وتوجد لعربة الخراطة حركة طولية معجلة تتحقق



الشكل ١٢١ . تجهيزة لنزع عضو التوحيد عن عمود دوران عضو الانتاج :  
١ - ملوى ، ٢ - برغى لولبى ، ٣ - قرص ، ٤ - عضو توحيد ، ٥ - خطاف

بواسطة القارنة السباقة ، التى تحصل على الدوران من المرحلة الاولى  
لمخفض السرعات عند توصيل القارنة المغنطيسية الكهربائية .  
ويتم عند استعمال الممكنة ضمان الجودة العالية لتشكيل عضو  
التوحيد والثبات التشغيلى لعمل الممكنة الكهربائية .

ويقام عند العدد الكبير من الصفائح المتضررة بنزع عضو  
التوحيد عن عمود الدوران بواسطة تجهيزة (الشكل ١٢١) ، بعد  
فصل نهايات ملف عضو الانتاج عن الصفائح او الاعناق مسبقا .  
ويقام لنزع عضو التوحيد بادخال ستة خطاطيف ٥ فى قنوات التهوية  
لعضو التوحيد ٤ وتدار الى زاوية ٩٠° ، كى تلف على هيكل عضو  
التوحيد . وتكون اطراف الخطاطيف مركبة فى ثقب القرص ٣ .  
ويكون مركز القرص مقلوذا لتركيب البرغى اللولبى ٢ فيه . وعند  
تدوير البرغى اللولبى بالملوى ١ ينسحب عضو التوحيد عن عمود  
عضو الانتاج . ويركب عضو توحيد جديد من انتاج المصنع



عوضا عن المنزوع . وتكون اعضاء التوحيد التى يشكل اهتراء صفائحها بالسبك : ٢,٥ مم لقطر عضو التوحيد البالغ ١٠٠ مم ، و ٣,٥ مم للقطر البالغ ١٥٠ - ٢٠٠ مم ، و ٥ مم للقطر البالغ ٢٥٠ - ٥٠٠ مم ماثلة كذلك للاستبدال .

جهاز الفراشى . يتكون هذا الجهاز للمكنة الكهربائية من مواسك الفراشى مع الفراشى واصابعها المجمعة على موزع حمل دوار . ويستخدم اساسا فى المكنات ذات اعضاء التوحيد نوعان من مواسك الفراشى : شعاعية (باتجاه نصف القطر) ونفاثة (ماثلة) .

وتتميز مواسك الفراشى الشعاعية (انظر الشكل ١٠٧ ، ب) بان خط محور فرشاتها موجه حسب اتجاه نصف قطر عضو التوحيد . ويتشكل الضغط على الفرشاة ٥ بالزنبرك ٣ حيث ينتقل خلال الذراع ٢ والزنبرك ٨ الذى يعمل كمصد . ويكون طرف الزنبرك ٨ العلوى موصولا بمفصلة مع الذراع ٢ واما الكعب الخزفى ٧ فيكون مركبا على طرفه السفلى بواسطة تسنينة قلاووظ ويدخل فى التجويف المثقوب فى الفرشاة ٥ .

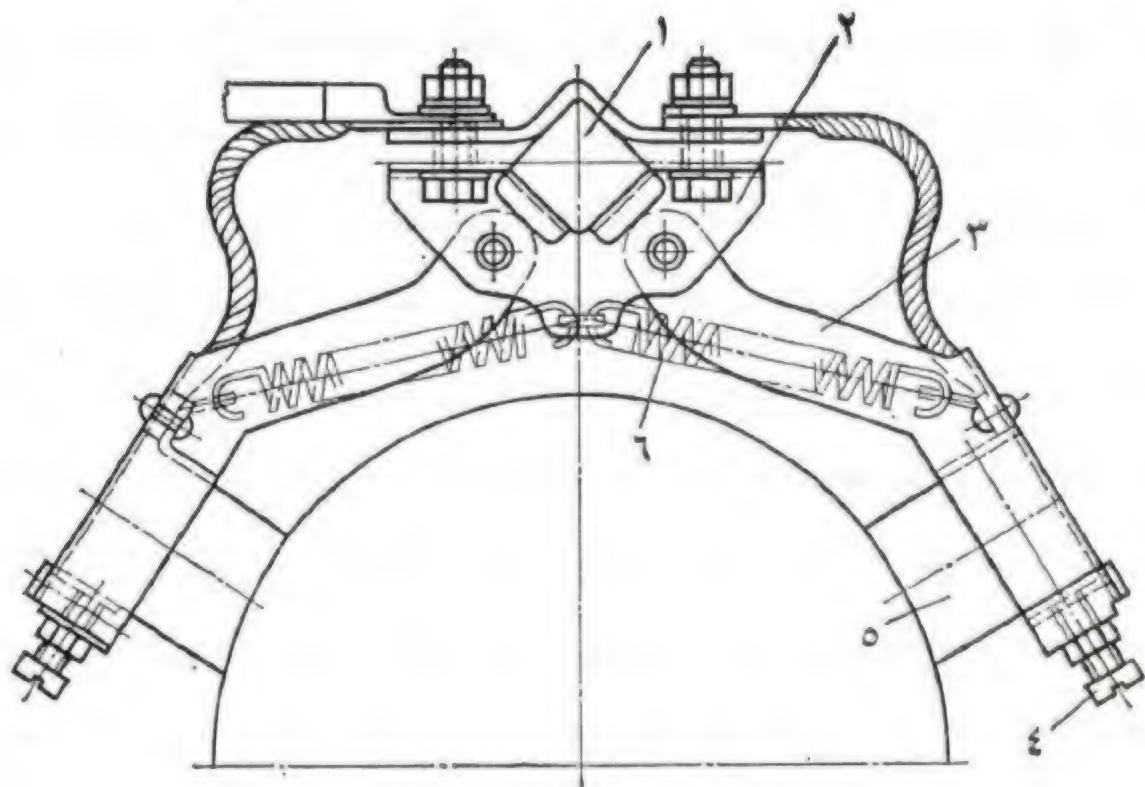
ويحول الكعب الخزفى دون انتقال التيار خلال الزنبرك من الصلب حيث كان من الجائز ان يتسبب فى تسخين الزنبرك والاخلال بمرونته نتيجة تطرية الصلب . وتكون الفرشاة مركبة فى الظرف ٦ المشكل بالصلب من النحاس الاصفر والمثبت على الهيكل ٤ لحامل الفراشى ، الذى هو عبارة عن علبة مشكلة بالختم من الصلب الصفائحى . وتثبت نهاية اصبع الفرشاة فى قامطة موزع الحمل .

وتستخدم مواسك الفراشى الشعاعية فى المكنات الكهربائية العاملة فى نظام العكوس ، حيث يدور عضو الانتاج باتجاه دوران

متغير . واما فى الممكنات الكهربائىة التى تدور باستمرار فى اتجاه واحد فىقام باستخدام مواسك الفراشى النفائة (المائلة) (انظر الشكل ١٠٧ ، د) ، حيث تكون فيها الفرشاة مائلة بالنسبة الى نصف قطر عضو التوحيد باتجاه حركته . وفى هذه الحالة تنضغط الفرشاة ١١ على الجدار ١٢ للظرف بالزنبرك ١٥ الذى يضبط بالمسننة ١٣ المثبتة بمسمار الوصلة الزنبركى ١٠ وهكذا لا تنقلب الفرشاة . وتكون نهاية الزنبرك ١٥ مشنية فى الحلقة ١٤ وتلعب دور ذراع الضغط . وينقل التيار عن الفرشاة عبر سلك مرن مجدول من خيوط نحاسية دقيقة الى اصبع ماسك الفراشى . ويلبس ماسك الفراشى على اصبع تجهيزة الفراشى وتثبت عليه بالقامطة المفصلة ٩ . ويدعى ماسك الفراشى هذا بالنفاث وذلك لان الفرشاة تقع تحت تأثير ردود فعل قوتين . وتستخدم فى الممكنات الكهربائىة التزامنية واللاتزامنية مواسك فراشى ذات مشدات حيث لا تنزلق فراشيها فى الظرف بل تكون مشدودة فى هيكل ماسك الفراشى وعند الاهتراء تهبط الفراشى معه . وقد يكون هيكل ماسك الفراشى منجزا من قطع مشكلة بالختم بدون معالجة ميكانيكية .

وغالبا ما تنجز مواسك الفراشى ذات المشدات ، (الشكل ١٢٢) وهى مزدوجة - حيث تقع على الاصبع الواحد ١ وعلى كل حلقة تلامس فرشاتان ٥ . وتكون كل فرشاة مشدودة ببرغى الايقاف ٤ فى الهيكل ٣ لماسك الفراشى وتنضغط على حلقة التلامس بالزنبرك ٦ . وتكون هياكل مواسك الفراشى موصولة مع القامطة ٢ مفصليا . ومع اهتراء الفراشى وحلقات التلامس لا تتغير قيمة ضغط الفرشاة على حلقة التلامس ، وذلك لانه مع تقليل طول ذراع الزنبرك تزداد قوة ضغط الزنبرك .





الشكل ١٢٢ . ماسك فراشي ذو مشد للمكنات التزامنية واللاتزامنية

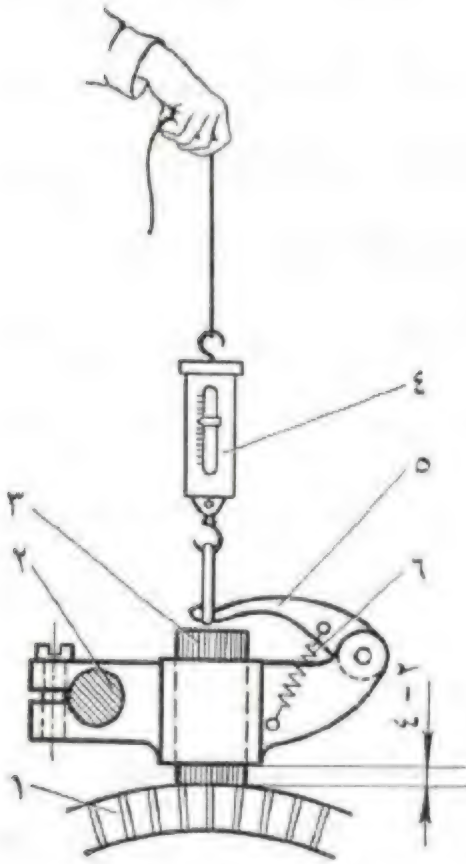
ويقام في المكنات العاملة بالتيار المستمر بتوزيع الفراشي على طول دائرة عضو التوحيد بجانبها الضيق لكون قيمة تغطية صفائح اعضاء التوحيد محدودة . وفي المكنات اللاتزامنية يجرى توجيه الفراشي بجانبها الضيق على طول حلقات التلامس وبفضل ذلك يقلل من عرضها . وتكون مواسك الفراشي ذات الاستقطاب المتشابه في المكنات العاملة بالتيار المستمر مثبتة على الاصبع المعدني الغير معزول ، واما في المكنات اللاتزامنية فتثبت مواسك الفراشي لحلقات التلامس التابعة لاطوار مختلفة على اصبع معزول .

ان اكثر ما تصادف عند اصلاح المكنات الكهربائية هي اعطال ماسك الفراشي مثل ارتخاء الزنبركات او الانصهار او الاهتراء الميكانيكي .

ويزال ارتخاء زنبركات ماسك الفراشي وبالتالي انخفاض الضغط على الفرشاة بواسطة ضبط الزنبركات واما عند انتفاء هذه الامكانية فيقام

الشكل ١٢٣ . فحص قيمة ضغط زنبرك ماسك الفرشاة :

- ١ - عضو التوحيد ، ٢ - ماسك الفرشاة ،
- ٣ - فرشاة ، ٤ - دينوموتر ، ٥ - اصبع
- ضابط ، ٦ - زنبرك



باستبدال الزنبرك المعطوب بآخر جديد من انتاج مصنعى . وتفحص قيمة ضغط زنبرك ماسك الفراشى بعد الضبط او الاستبدال باكثر الطرق توفرا والتي ترى فى الشكل ١٢٣ . وتتوقف قيمة ضغط الفراشى على نوعها وبنيان المكنة وغيرها .

وتحدد قيمة ضغط الفراشى ٣ على عضو التوحيد كما يلى :

يوضع تحت الفرشاة على عضو التوحيد شريط من الورق (او الورق المفضض) ومن ثم وفى آن واحد يشد الخيط المربوط بخطاف الدينوموتر بيد واحدة واما شريط الورق فيسحب باليد الاخرى وتلاحظ قراءة مؤشر الدينوموتر فى تلك اللحظة التى يمكن فيها سحب الورقة بسهولة من تحت الفرشاة . ويحدد الضغط النوعى كحاصل قسمة القيمة المقروءة على الدينوموتر بالغرامات على مساحة المقطع العرضى للفرشاة بالسنتيمترات المربعة . ولا يجب ان يزيد الانحراف فى قيمة ضغط بعض فراشى القطب الواحد للمكنة العاملة بالتيار المستمر عن ١٠٪ . ويجب ان تكون جميع الفراشى الجارى تركيبها على المكنة التى تم اصلاحها من نوع واحد .

وتختار انواع الفراشى طبقا لتعليمات المصنع المنتج ، حيث ان كل طراز مكنة يقوم المصنع بانتاجه يكون مع انواع فراشى



اختيرت بدقة . وتتؤخذ بعين الاعتبار عند اختيار الفراشى كثافة التيار تحتها والسرعة المحيطية لعضو التوحيد او لحلقات التلامس ونوع التيار والفلطية وقدرة المحرك الكهربائى ونظام عمله .

ان الاختيار الصحيح للضغط النوعى ونوع الفراشى يساعد على تحسين التلامس بين الفراشى وعضو التوحيد ، غير ان هذا وحده لا بكفى لتكوين تلامس ثابت وجيد . اذ من الضرورى ان تكون سطوح التلامس للفراشى ممسوحة (مسنفرة) بدقة نحو سطح عضو التوحيد . ولهذا الغرض تركيب الفرشاة ٣ (انظر الشكل ١٢٣) فى الماسك ٢ ومن ثم يوضع بعد رفع الفرشاة قليلا شريط من ورق زجاجى على سطح عضو التوحيد ١ (على ان يكون السطح الحاك موجهها نحو الفرشاة) وتنزل الفرشاة عليه . ويستخدم لسنفرة الفراشى فقط ورق زجاجى ذو حبيبات صغيرة. ومع ضغط الورق الزجاجى على سطح عضو التوحيد ومسكه من طرفيه يسحب من وضع طرفى واحد الى آخر حتى يتم مسح الفرشاة . وبعد مسح كل فرشاة يقام بنفس الطريقة وفى آن واحد بمسح مجموعة من الفراشى تابعة لاصبع فراشى واحد او ذات استقطاب موحد .

وتنصهر ظروف (اطواق) ماسك الفراشى وقطع اخرى من جراء الشرار الشديد ونادرا من تكوين النار الدائرية . وينظف ماسك الفراشى عند الانصهار الخفيف من السخام والاوزاخ والسناج. واما عند الانصهار الشديد فيستبدل بآخر جديد . وتزال الاضرار الميكانيكية لماسك الفراشى (التنوءات والانبعاجات والتحدبات) بالبرد والتصحيح. ومن الاضرار التى تصادف غالبا فى مواسك الفراشى هو التأكد الكهربائى للسطح الداخلى للظرف الناتج عن اختلال مرور التيار من الفرشاة الى الظرف . ويزال هذا العطل بشد الملامسات فى دائرة التيار واما الظرف المتأكد بشدة فيستبدل .

وبعد الانتهاء من اصلاح مواسك الفراشى ومسح (سنفرة) الفراشى للمكنة العاملة بالتيار المستمر ، يقام بفحص صحة تجميع وتوزيع مواسك الفراشى بالنسبة الى عضو التوحيد . وينجز هذا العمل بدقة متناهية اذ ان اقل اخلال بنظام توزيع مواسك الفراشى او عدم مراعاة المسافات بينها وبين عضو التوحيد قد يؤدى الى اختلال العمل الطبيعى للمكنة والى الاهتراء الزائد لعضو التوحيد والفراشى . ويعتبر توزيع الفراشى صحيحا اذا كانت الفراشى واقعة بانتظام على السطح التشغيلى لعضو التوحيد .

ويؤخذ بعين الاعتبار عند توزيع الفراشى ان تأكل عضو التوحيد تحت الفراشى ذات الاستقطاب المختلف غير متساو . ولذا توزع مواسك الفراشى بحيث تعمل فراشى كل برغيتين متجاورين باستقطابين مختلفين على مسار فرشاة واحد ، واما فراشى الزوج التالى من البراغى فعلى مسار آخر ، اى فى الفرجات ما بين مسارات الفراشى للزوج الاول من البراغى . ويعار عند تركيب ماسك الفراشى الانتباه الى ان تكون المسافة من الظرف الى سطح عضو التوحيد بمقدار ٢ - ٤ مم . ويجب من اجل ان تتحرك الفراشى بطلاقة فى الظروف ان يكون بينها خلوص بمقدار ٠,١ - ٠,٤ مم فى اتجاه الدوران و ٠,٢ - ٠,٥ مم فى اتجاه خط محور عضو التوحيد .

حلقات التلامس . يستخدم فى المحركات اللازمونية ذات العضو الدوار الطورى نوعان من حلقات التلامس : بتجهيزة تقصير وبدونها (اى بفراشى ضاغطة بشدة على حلقات التلامس وباستمرار) . وقد استخدمت حلقات التلامس ذات تجهيزة التقصير فى المحركات

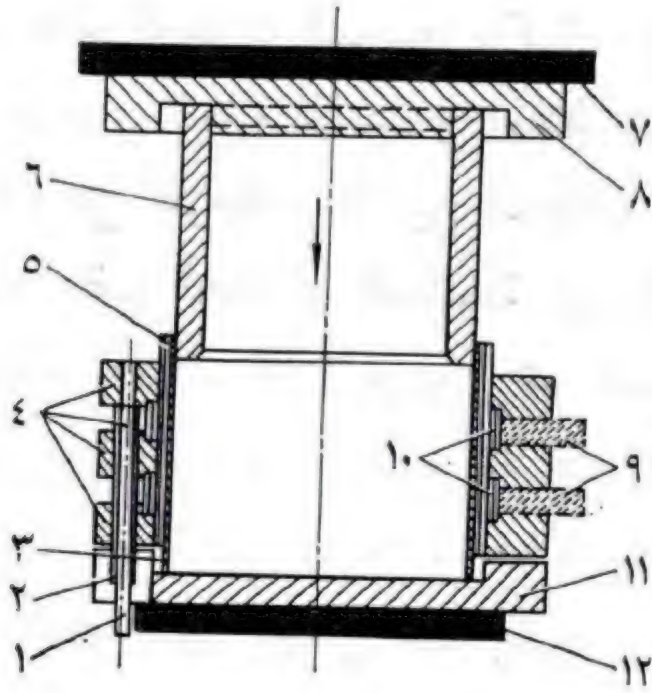


الكهربائية التي انتجت حتى عام ١٩٤٠ . وما زالت المحركات هذه تستخدم وتدخل حيز الاصلاح باعداد قليلة . واما المحركات الكهربائية ذات الاعضاء الدوارة المقصورة والتي انتجت في وقت لاحق فلا توجد لها تجهيزات تقصير .

وغالبا ما يتضرر في حلقات التلامس للاعضاء الدوارة الطورية السطح التشغيلي والعازل ما بين الحلقات او ما بين الحلقة وعمود الدوران . ويزال التآكل (الحفر) الغير منتظم لحلقة التلامس بالخرابة على مكنة خراطة او بواسطة الجهاز (انظر الشكل ١١٦ ، أ) . وفي حالة الاضرار الخفيفة لسطح حلقات التلامس (الاحتراق الضئيل والخدوش وغيرها) يجري تجليخه بورق زجاجي او بواسطة الجهاز (انظر الشكل ١١٦ ، ب) .

ويرمم العازل المختل بين حلقات التلامس بتنظيفه وغسله ومن ثم بطلاء المكان المتضرر بمينا عازل . وعند الاهتراء النهائي لحلقات التلامس يضطر لتجهيز حلقات جديدة وكبسها على عمود العضو الدوار . وتجهز الحلقات للمكنات الكهربائية ذات التصميم القياسي من الصلب او الحديد الزهر او النحاس الاصفر . وتوجد عدة طرق لكبس حلقات التلامس ولكن في المحركات اللائزمانية ذات العضو الدوار الطوري والقدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط تستخدم طريقة الكبس البارد اكثر من غيرها للحلقات على العجلة (الشكل ١٢٤) . وتنجز العمليات الاساسية لتجميع وكبس الحلقات حسب التعاقب التالي :

- يجمع طقم الحلقات بادخال صبا لم التلامس ١ في ثقب الحلقات ٤ ؛
- توضع في كل فرجة ما بين الحلقات ثلاثة اسافين مباعدة



الشكل ١٢٤ . تجليس حلقات التلامس على الجلبة بالكبس البارد :

١ و ٤ - صبلمة وحلقات تلامس ، ٢ - عازل صبلمة التلامس ، ٣ - غلاف مشقوق من الصلب ، ٥ - عازل الغلاف المشقوق من الصلب ، ٦ - جلبة من الصلب ، ٧ و ١٢ - منضدتا المكبس العليا والسفلى ، ٨ و ١١ - قرصان علوى وسفلى ، ٩ - اسافين مباعدة ، ١٠ - حشوات من الكرتون الكهربائى توضع تحت الاسافين المباعدة

٩ من الصلب موزعة على المحيط بانتظام كيلا تتزحزح الحلقات عند الكبس ؛

- يركب طقم الحلقات على القرص السفلى ١١ (للارتكاز) ويدخل فى فتحات الحلقات العازل ٥ المكون من شرائط الكرتون الكهربائى المشبع بسمك ٠,٤ مم والميكانيكيت او قماش مورنش ؛ ويوزع العازل بحيث يستقر على المحيط الداخلى للحلقات بانتظام ؛ - يوضع بداخل الحلقات الغلاف المشقوق ٣ من الصلب بسمك ١,٥ مم ، الذى يقى العازل من الضرر اثناء الكبس ، ومن ثم يجرى ادخال الجلبة ٦ من الصلب فى هذا الغلاف وتغطيتها بالقرص العلوى ٨ (الضاغط) ؛



- يركب طقم الحلقات المجمع باكملة على المنضدة السفلى
- ١٢ للمكبس ، وتكبس الجلبة الى داخل الغلاف ٣ وبعد ذلك تخلع الاسافين المباعدة من الفرجات ما بين الحلقات ؛
- يجفف طقم الحلقات المكبوسة فى فرن لمدة ٦ - ٨ ساعات عند حرارة ١١٠ - ١١٥°م ومن ثم تشبع بورنيش عازل وتجفف من جديد لمدة ١٠ - ١٢ ساعة عند حرارة ١٢٠°م ؛
- يبرد طقم الحلقات الى ٨٠ - ٩٠°م وبعد تركيب الجلبة على طرف عمود العضو الدوار يجلس عليه بضغط المكبس . ويراعى عند تجليس الجلبة مع طقم الحلقات على العمود ان تأتى صبالم التلامس ١ مقابل نهايات الاخراج للملف ؛
- تخرط سطوح الحلقات على مكنة الخراطة مع ازالة الاعوجاجات والخفقان ومن ثم تجلخ وتصل الحلقات ؛
- تفحص قيمة خفقان الحلقات بالمؤشر (لا يجب ان يزيد الخفقان عن ٠,٠٤ مم) .

## البند ٤٢ . اصلاح القلوب واعمدة الدوران والمراوح

القلوب . تعتبر القلوب من اهم اجزاء المكنات الكهربائية . وتجهز صفائح رزم القلوب من الصلب الكهربائى الصناعى الخاص الذى يتميز بفقدان نوعى منخفض بفضل دمج الصوان فيه . وللتقليل من الفقدان فى التيارات الدوامة يقام بجمع رزم قلوب الاعضاء الساكنة والدوارة واعضاء الانتاج من صفائح معزولة ومستقلة للصلب الكهربائى الصناعى بسمك ٠,٥ مم . والقلوب هى عبارة عن موصلات مغناطيسية توضع وتثبت ملفات فى شقوقها . واكثر ما تنشأ عند العمل الطويل للمكنات الكهربائية هى

الاعطال التالية للقلوب : ارتخاء كبس الرزم وتجليس رزم الصلب على عمود الدوران ؛ انفلات رزم الصلب الطرفية (تكوين «مروحة» ) ؛ انصهار بعض قطاعات الصلب واختلال العازل ما بين الصفائح . وتزال هذه الاعطال بواسطة الاصلاح .

وغالبا ما يحدث ارتخاء كبس الرزم فى قلوب المكنات الكهربائية ذات التصميم القديمة والتي تكون فيها صفائح الصلب معزولة بورق رقيق (ورق سجائر) .

ويحترق الورق ويسقط عند التسخين المفرط للقلب ذى العازل الورقى ما بين الصفائح ونتيجة لذلك لا يختل العازل بين الصفائح وحسب بل ويرتخى كبس القلب .

ويجب ان يكون الصلب الفعال للقلب مكبوسا بتراص لدرجة تستبعد معها امكانية حدوث حتى اقل انحراف لاحدى الصفائح بالنسبة لغيرها .

ويجرى عند فك المكنة قبل الاصلاح والمعاينة لحالة الصلب الفعال اكتشاف الكبس المرتخى بوجود بقع صدئة على سطحه . وينتشر هذا الصداً فقط على قطاعات ذات كبس ناقص ويكون نتيجة لما يدعى بالتأكسد التلامسى الذى تتعرض له سطوح الصفائح من الصلب والقطع التى تتحرك احداها بالنسبة للآخرى .

ويسبب ارتخاء الكبس ضجيجا خاصا واحيانا ارتجاجا للمكنة .

ويؤدى ارتجاج المكنة وبعض صفائح القلب الى تحطم العازل ما بين الصفائح وتكسر الصفائح من الصلب الغير مشدودة والمجاورة لقنوات التهوية . وقد تضرر الاجزاء المتكسرة للترس بالعازل والصلب الفعال للعضو الساكن . ان الارتجاج الكبير للصلب فى منطقة الترس يشكل خطرا خاصا على عازل ملف العضو الدوار والعضو الساكن



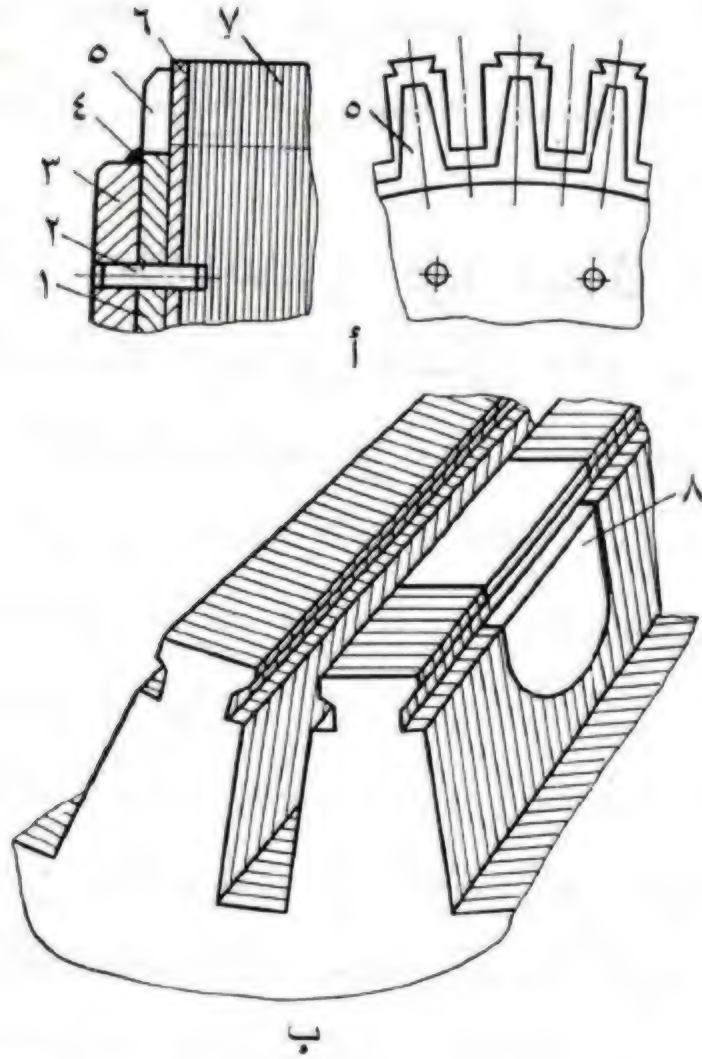
وذلك لانه قد يتسبب في سحقه في الاماكن المتاخمة للاجزاء المرتجة .

وكذلك فان الكبس الفائق للقلب غير مرغوب فيه ، اذ انه تزداد في هذه الحالة القوى (الجهود) الميكانيكية في قطع وتجهيزات التثبيت حيث انه من الجائز ان تتسبب في تشوهها وكسرها .  
ويحدد مدى الكبس (تقريبا) بواسطة سكين اختبار بنصل سمكه ٠,١ - ٠,٢ مم ، فاذا كان كبس الصلب مرضيا فلا يجب عند الضغط بشدة باليد ان يدخل نصل السكين بين الصفائح لمسافة اعظم من ١ - ٣ مم .

واكثر ما يلاحظ هو ارتخاء الكبس في منطقة الترس للاعضاء الدوارة والساكنة ولذا يكفي دق اسافين حشو من التكستوليت او الجيتيناكس ذات قياسات تناسب قياسات الترس باحكام في اماكن ارتخاء الكبس . ويقام عند دق الاسافين بتغطيسها الى عمق ٢ - ٣ مم اسفل سطح الصلب . ويقام لتلافي سقوط الاسافين بطلائها مسبقا بورنيش لاصق او بصمغ وتثنى عليها اطراف صفائح الصلب المجاورة . وبعد دق اسافين الحشو يقام بطلاء القطاع المناسب للقلب بورنيش زيتي قارى ذى تجفيف بالهواء .

وقد يكون كبس الصفائح مرتخيا ليس فقط على بعض القطاعات بل في قلب العضو الدوار او عضو الانتاج باكملة . وفي هذه الحالة يقام بازالة اللوحة الضاغطة للقلب ، التى تثبت باللحام الكهربائى او بخوابير مخفية ، وتركب على طرف القلب صفائح من التكستوليت او الاسبست مقصوفة على هيئة صفائح الصلب ، وتوضع من جديد الوردة الضاغطة ويكبس القلب وتثبت الوردة .

وغالبا ما يجرى اصلاح الرزم الطرفية للاعضاء الدوارة واعضاء



الشكل ١٢٥ . اصلاح قلوب الاعضاء الدوارة والساكنة :  
 أ- تركيب الوردة الضاغطة الاضافية ذات التروس ، ب- تركيب المالى عوضا عن  
 الترس المقطوع للقلب ؛ ١ - وردة ضاغطة اضافية ، ٢ - مسمار وصلة من الصلب ،  
 ٣ - لوحة ضاغطة اساسية ، ٤ - خط التحام ، ٥ - ترس الوردة الاضافية ،  
 ٦ - صفيحة زائدة فى السلك ، ٧ - صفائح القلب ، ٨ - مالى

الانتاج التى تنفرج تروسها « كمروحة » بتركيب ورده اضافية ذات  
 تروس (الشكل ١٢٥ ، أ) .

وعند تضرر الملفات وكذلك عند سقوط اجسام معدنية غريبة  
 فى التجويف ، فانه غالبا ما تبدو قطاعات صغيرة من الصلب الفعال  
 للقلب منصهرة . ويزال الضرر بواسطة الاصلاح الذى يقطع اثناءه  
 قطاع صفائح الصلب المتضررة بالانصهار بحيث لا تبقى صفائح



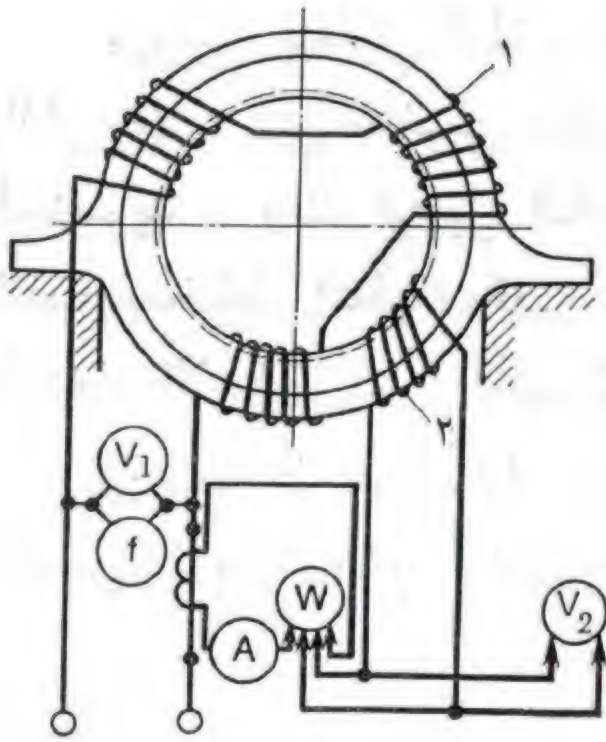
منصهرة ببعضها البعض ومن ثم يصب في الشق الحاصل ورنيش وتوضع بين الصفائح شرائح من الميناء بسمك ٠,٠٥ مم ومن ثم تطل بالورنيش .

وإذا كانت منطقة الضرر كبيرة تستبدل التروس المقطوعة بماليء من التكتوليت الزجاجي (الشكل ١٢٥ ، ب) . ويطل الماليء بالورنيش اللاصق ويضبط في مكانه بدقة بحيث يرقد بإحكام بين الملف والصلب . وليست هناك حاجة الى مثبت خاص للماليء وذلك لان شكله يعيق سقوطه من القلب . وعدا ذلك تشكل اسافين الشق تثبيتا اضافيا للماليء .

وعند اصلاح قلوب الاعضاء الدوارة (اعضاء الانتاج) يسمح بتركيب الموالىء من التكتوليت او الجيتيناكس عوضا عن التروس المقطوعة ، اذا كانت السرعة المحيطة للقلب لا تزيد عن ٢٠ م/ث . وعند السرعة المحيطة للعضو الدوار الزائدة عن ٢٠ م/ث فانه من المحتمل سقوط الماليء من التكتوليت والاضرار بالملف ولذا يجرى ضبط الماليء في مكانه بدقة ، وتعمل بروتات على اطرافه تقوم بالدخول في قنوات التهوية تحت الشقوق المجاورة . وعلى هذا النحو يتثبت الماليء اضافيا بالملف الواقع في الشقوق المجاورة . وعند انصهار حجم كبير من الصلب في عدة رزم يزال العطل باعادة الحشو الكامل للصلب الفعال . وليس فقط عند انصهار حجم كبير من الصلب يقام باعادة الحشو الكامل للقلوب بل وعند انهيار العازل ما بين الصفائح نتيجة لعتقه الطبيعي عند التشغيل المستمر المصحوب بالتسخينات الدائمة للمكنة الكهربائية .

وتتكون اعادة حشو القلب من عمليات اساسية : فك الحشو ، واعادة عزل صفائح الصلب الفعال ، والحشو وكبس واختباره .

الشكل ١٢٦ . مخطط اختبار الصلب  
الفعال للقلب الذى اعيد حشوه



ونادرا جدا ما يقام باعادة  
حشو القلوب فى مؤسسات  
الاصلاح واذا حصل فعلى  
شكل استثناء وذلك لان  
نفقات العمل والوقت على هذه  
الاعمال وبالتالى التكاليف  
تزيد بمقدار ٣ - ٤ مرات

عن النفقات عند تجهيز قلب جديد. فاذا اجرى مع ذلك انجاز  
اعادة الحشو ، فانه يقام حتما باختبار القلوب التى اعيد حشوها  
على تسخين الصلب الفعال وانعدام التلامس بين الصفائح . وفى  
هذه الحالة يجرى تحديد الفقدان النوعى فى الصلب الفعال الناجم  
عن التيارات الدوامية والمغنطة المفرطة ، مما يسمح هذا بالحكم كذلك  
على حالة العازل ما بين الصفائح .

ويجرى اختبار القلوب التى اعيد حشوها حسب المخطط  
(الشكل ١٢٦) المكون من ملف ممغنط ١ (بكسر النون) وملف  
مراقبة ٢ موصولين فى مخطط اجهزة قياس من صنف ٠,٥ وذلك  
على النحو التالى . يوضع الملف الممغنط (بكسر النون) بانتظام على  
محيط القلب ويمرر خلاله تيار كهربائى بتردد ٥٠ هيرتز .  
ويوصل بالتأثير المغناطيسى فى ظهر القلب الى ان يبلغ تيسلا  
واحدة (Tesla - وحدة قياس التأثير المغناطيسى) او الى قيمة  
قريبة منها ، مع مراقبة القيم المتغيرة للاختبار (بواسطة الاجهزة  
الموصولة فى ملف المراقبة) .



ويوصى بتغذية الملف الممغنط بالفلطية الخطية (وليست بالطورية) ، التي ستضمن شكل منحنى الفلطية الاقرب من شكل السينوسويد . وعند توصيل الفلطية لتغذية الملف الممغنط سيكون القلب ومخطط التغذية واقعين تحت الفلطية ولذا يمنع لمسهما لاستبعاد الاصابة بالتيار الكهربائي .

ويجب ان تتخذ قبل البدء بالاختبار اجراءات الامن وفي الاخص ان يكون موقع الاختبار مسورا بشكل مأمون .

اعمدة الدوران . ان تضرر الاعمدة ظاهرة دائمة في الممارسة العملية لتشغيل المكنات الكهربائية . وتتضرر على الاغلب اعمدة الدوران للمكنات الكهربائية العاملة دائما عند الفرط في الاحمال الغير مسموحة . وقد يكون من اسباب تضرر اعمدة الدوران الارتجاج الزائد للمكنة ، الناجم عن اختلال تطابق محور عمودها مع عمود الوحدة الجارى ادارتها وعن هبوط عمود الدوران نتيجة لاهتراء طبقة البابيت فى كراسى التحميل الانزلاقية وغيرها .

ومن اكثر اشكال الاهتراء لاعمدة دوران المكنات الكهربائية تميزا هي ما يلي : اهتراء سطوح التجليس لاعناق اعمدة الدوران ، والالتواء والكسر .

وتشكل الاضرار بسطوح التجليس للاعمدة الواقعة تحت القطع المتقارنة (مثل الانبعاجات والحفر والخدوش) اكثر من ٥٠٪ من مجموع الاضرار لاعمدة المكنات الكهربائية الجارى اصلاحها . وتنشأ هذه الاضرار من جراء الرفع والتجليس المتكرر لمختلف القطع ، وتجعل عمود الدوران غير صالح لأن تركيب على

سطحه التجليسي القطع الناقلة للحركة والتوصيلية وبالدرجة الاولى كراسى التحميل وانصاف القارنات .

ان العيوب الكائنة على السطوح التجليسية تتسبب فى الاخلال بوحدة المركز وتعامد التجليس للقطع الجارى تجليسيها حيث يؤدى هذا الى ظهور الخفقان والارتجاج للمحرك والاهتراء السريع للسطوح التجليسية تحت كراسى التحميل الارجوحية والتقليص الحاد لمدة خدمتها . ولذا يجب ازالة عيوب اعمدة الدوران فى حينها وعند اول اصلاح للمكنة الكهربائية . ولازالة عيوب السطوح التجليسية لاعمدة الدوران يستخدم الجليخ والانماء بالصهر الكهربائى للمعدن (لتعبئة الحفر) والتلبيس المعدنى .

واذا كانت المساحة الكلية للانبعاجات والحفر والخدوش لا تزيد عن ٢٠٪ من السطح التجليسى فانه من المناسب جليخ الاماكن البارزة على مكنة التجليخ او الخراطة (باداة التجليخ) او شحذها بدقة بقلم قطع حاد ومن ثم جليخها بورق التجليخ .

وعندما تكون مساحة الانبعاجات او الحفر او الخدوش اكثر من ٢٠٪ من السطح التجليسى فان ازالة الاماكن البارزة غير مناسب وذلك بسبب التقليل من مساحة التجليس . وتستخدم فى هذه الحالة : اعادة خراطة عمود الدوران الى قطر اقل ، او الانماء بصهر طبقة من المعدن بالكهرباء مع المعالجة اللاحقة لها حتى القياس المطلوب على مكنة الخراطة او انماء (زيادة) طبقة من المعدن على السطح المعيوب بواسطة التلبيس المعدنى مع المعالجة اللاحقة .

ان اصلاح السطوح التجليسية المتضررة لعمود الدوران بطريقة اعادة خراطته الى قطر اقل هو من ابسط الطرق . ولكن هذه الطريقة تسبب عدة نتائج غير مرغوبة ومن ضمنها التقليل من متانة



عمود الدوران وضرورة تغيير قياسات السطوح التجليسية لعمود الدوران والقطع الجارى تجليسيها عليه ، واستحالة ضبط قطر عمود الدوران ليلائم مقاس المواصفات القياسية . والاخيرة مهمة من وجهة نظر توحيد مقاسات اعمدة الدوران والقطع المتقارنة معها . ويسمح بتقليل قطر الطرف الاسطوانى للعمود بمقدار ٤ - ٦٪ من القطر الاصلى من الجهة الاكثر تحميلا والى ٧ - ١٠٪ من القطاعات المحملة قليلا (من جهة عضو التوحيد ، وحلقات التلامس) . غير انه عند تقليل قطر العمود بمقدار ٥٪ تقل متانته بمقدار ١٥٪ وعند تقليل القطر بمقدار ١٠٪ تقل المتانة بمقدار ٣٠٪ تقريبا .

والطرق الاكثر فعالية لاصلاح السطوح التجليسية المتضررة لاعمدة الدوران هى الانماء بالصهر الكهربائى للمعدن او انماؤه بطريقة التلبيس المعدنى . ويجرى الانماء بالصهر الكهربائى للمعدن مع مراعاة الشروط التالية :

— ان كل خط يجرى انماؤه بصهر المعدن يقام على جهات عمود الدوران المتقابلة قطريا مما يتيح تلافى التسخينات الزائدة المحلية وتشوه العمود ؛

— وقبل انماء كل طبقة لاحقة بالصهر يقام بطرق الطبقة السابقة المنماة بالصهر وتنظف بفرشاة معدنية من الخبث والرغاوة ؛

— وبانتهاء الانماء بالصهر الكهربائى للمعدن يجرى التغيير

لتركيب المعدن الاساسى لعمود الدوران بانسجام والتقليل من التوترات (الجهود) الداخلية ولهذا الغرض يقام بانماء خطوط المعدن بالصهر للطبقة الاخيرة بمقدار ٤٠ - ٥٠ مم اطول من السطح الكلى المنمى بالصهر مع تناوب الخطوط القصيرة والطويلة بعد كل ٢٠ مم .

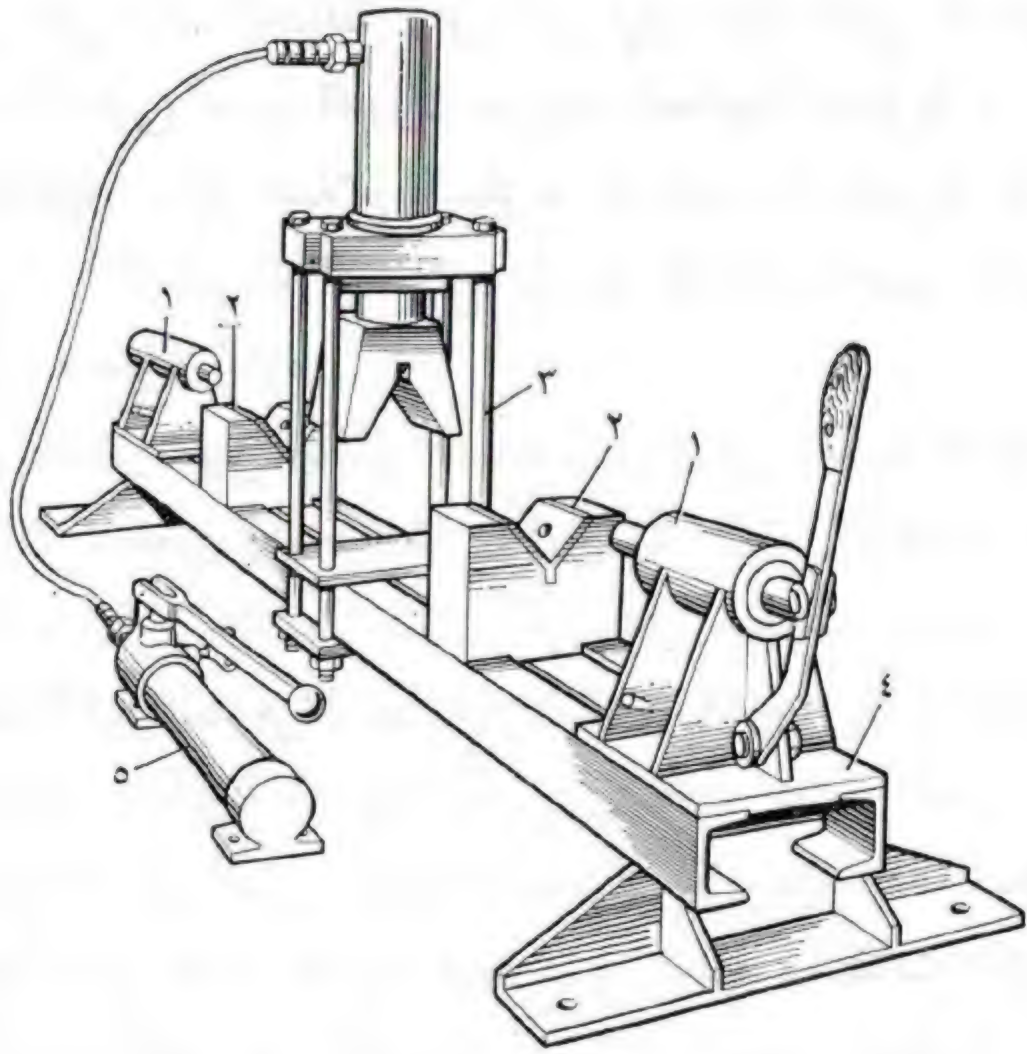
وتقص الخطوط المطولة (المعدلة) عند معالجة الطبقة المنماة

بالصهر على مكنة الخراطة . ويمكن ايضا ازالة التوتر الداخلى فى المعدن الاساسى لعمود الدوران بطريقة المعالجة الحرارية .  
وتكون عملية اصلاح السطوح التجليسية المتضررة بالتلبيس المعدنى مماثلة لطريقة الاصلاح بواسطة الانماء بالصهر الكهربائى للمعدن والموصوفة اعلاه .

ويحدث تقوس وتكسر اعمدة الدوران فى اغلب الاحيان فى المكنات العكوس والمحركات الكهربائية ذات الاعضاء الدوارة المقصرة . ويفسر هذا بالاحمال الكبيرة التى يستوعبها عمود الدوران فى لحظة التغير المفاجئ لاتجاه دوران العضو الدوار (عضو الانتاج) ، وفى لحظة تشغيل المحرك الكهربائى ذات دائرة القصر عندما تكون الوحدة التى تدار حركتها بالمحرك الكهربائى هذا محملة . ولا تكون نفقات تجهيز عمود دوران جديد للمكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط كبيرة نسبيا وتعتبر عمليات اخراج العمود الدوار المتضرر بالكبس وادخال العمود الجديد بالكبس صعبة وباهظة التكاليف .

وتتقوس (تتشوه) اكثر من غيرها اعمدة دوران المكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ٦٠ كيلوواط وبسرعة ١٥٠٠ - ٣٠٠٠ دورة/دقيقة . ويجرى تقويم (استبدال) العمود المتقوس بواسطة وحدة استبدال الاعمدة كما يلى (الشكل ١٢٧) : يركب العمود على الركائز ٢ ومن ثم ومع تدوير العضو الدوار (عضو الانتاج) حول محوره بزاوية ٣٦٠° يتم بواسطة مؤشر إيجاد الجهة الاكثر تحديبا للقلب او للعمود اذا كان قد اخرج من القلب بالكبس ، ويركب بحيث تكون هذه الجهة مقابلة للذراع المكبس . ويجرى فيما بعد استبدال العمود بالضغط على القلب بذراع المكبس مع قراءة قيمة الانحناء دوريا بواسطة

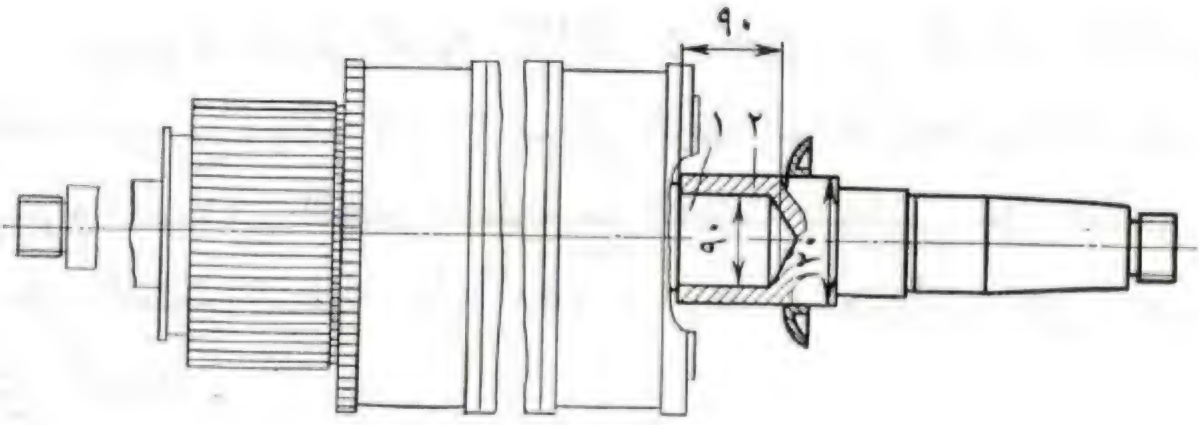




الشكل ١٢٧ . وحدة استبدال اعمدة الدوران :  
 ١ - مراكز ، ٢ - ركائز ، ٣ - مكبس هيدروليكي ، ٤ - قاعدة حاملة ،  
 ٥ - مضخة هيدروليكية يدوية

المؤشر . ويتم انجاز الاستبدال بعدة محاولات . ويمكن استبدال العمود المتقوس خفيفا بدقة تبلغ ٠,٠٥ مم لكل ١٠٠٠ مم من طوله . ويسهل استبدال الاعمدة بشكل كبير عند انتفاء قطع مجهزة عليها .

وكثيرا ما تتكسر الاعمدة في الممكنات الكهربائية ذات التصاميم القديمة وذلك لانه عند حسابها وتجهيزها واصلاحها لم تؤخذ بعين الاعتبار احيانا ظاهرة اعياء المعدن . وكانت من اسباب التكسر ايضا الانتقالات الانصفقطرية من قطر ما للعمود الى قطر آخر له .



الشكل ١٢٨ . اصلاح العمود المكسور بكبس القطعة المطولة : ( «العضو الاصطناعي» ) :  
١ - العمود ، ٢ - العضو الاصطناعي

ويحدث تكسر العمود في اغلب الحالات على درجته التي تجلس عليها بكرة او قارئة . ويرمم العمود المكسور بلحام قطعة مطولة او بكبس الجزء المتكسر من العمود . وعند اصلاح العمود بلحام قطعة مطولة يقام بذلك على النحو التالى : تجهز القطعة المطولة المناسبة بقياساتها للجزء المتكسر من العمود ولكن مع اضافة صغيرة ( ٢ - ٣ مم ) جانبا للمعالجة اللاحقة بعد اللحام . وتعالج مسبقا اطراف العمود والقطعة المطولة الجارى لحامها على شكل مخروط . ويجب لحام القطعة المطولة مع مراعاة الشروط المذكورة آنفا للانماء بالصهر الكهربائى للمعدن على العمود . ولتلافي الاعوجاج ينبغي تبريد قطاع اللحام بمنتهى البطء (تقريبا من ٣٠ الى ٩٠ دقيقة تبعا لقطر العمود ودرجة حرارة البيئة المحيطة) .

ويدعى اصلاح العمود المكسور بكبس القطعة المطولة (الشكل ١٢٨) كذلك بطريقة تركيب العضو الاصطناعي ، وتستخدم فقط عند تكسر الاعمدة ذات القطر البالغ ٤٠ مم واكثر وذلك بسبب صعوبتها الكبيرة ، وكذلك في الحالات عندما تكون الطرق الاخرى لازالة العيب غير صالحة للاستخدام .



ويجرى ترميم العمود كالتالى : تجهز من الصلب الانشائي قطعة مطولة مع زيادة ٢ - ٣ مم فى الجهة المائلة للمعالجة اللاحقة . ويخرم الثقب فى القطعة المطولة مع التفاوت للتجليس على الساخن . تسخن القطعة المطولة الى ٢٥٠ - ٣٠٠ °م وتجلس على العمود حتى المصد .

وعند اصلاح الاعمدة ذات القطر الاكبر من ٦٠ مم يقام من اجل رفع متانة اقتران العمود والقطعة المطولة بلحام مكان وصلة العمود اضافيا فى عدة نقاط موزعة بانتظام على محيط الوصلة او بخط لحام مستمر على طول المحيط .

ويقام مع انتهاء التجليس واللحام بمعالجة الجزء المطول على مكنة خراطة وتعديل فى نفس الوقت صحة وضع القطعة المطولة بالنسبة للجزء الاساسى للعمود . والعمود هو القطعة الاكثر اهمية ودقة للمكنة الكهربائية . وتعالج اكثرية سطوح التقارن للعمود حسب الدرجة العالية من الدقة .

المراوح . ان العمل الطبيعى الطويل للمكنة الكهربائية يكون مرهونا الى حد بعيد بشدة سحب (ابعاد) الحرارة عن اجزائها التى تسخن . وتحدد بظروف التبريد قدرة المكنة على التحميل وذلك لان زيادة حرارة تسخين المكينات وغيرها من الاجزاء فوق المعدل هى السبب الرئيسى الذى يحد من قدرة المكنة عند التحميل لمدد طويلة وقصيرة . ان التسخينات فوق المعدل والتقلبات الكبيرة للحرارة بين اجزاء مستقلة للمكنة هى الاسباب الرئيسية لعرق وتضرر العازل . ويتم انجاز تبريد المكينات الكهربائية بمراوح مشكلة بالصب او التباشيم او اللحام .

ان المراوح المصنوعة من سبائك الالومنيوم اكثر متانة من ذات التباشيم وذلك لان أماكن الانتقال من القرص الى العنفات تكون انسيابية ولذا فانها تتمتع بمتانة زائدة . ولا يحدث تضرر المروحة المصنوعة اثناء عملها بل على الاغلب من جراء المعاملة المتهمة عند فك وتجميع المكنة اثناء الاصلاح .

وبالنسبة الى المراوح ذات التباشيم فان نقطة الضعف فيها هي قطاعات ثني العنفات وبالاخص عند وجود القرص . وعند ادارة المكنة في الاتجاه العكسي تقوم عنفات المروحة بالانحناء نتيجة لقوة استمرار القرص مرة في هذا الاتجاه ومرة في اتجاه اخر مما يكون عادة السبب في ظهور التشققات وتحطم المروحة . واذا لم تتم ازالة هذه الشقوق عند اصلاح المكنة فمن الجائز ان تنفصل العنفات عن القرص وتسبب ضررا لملفات وقلوب المكنة .

وفي المراوح ذات التباشيم يكون السبب الدائم لخروجها من حيز العمل هو كذلك الاخلال بمتانة الوصلات المباشرة وذلك نتيجة تأثير احمال الارتجاج على العنفات . ويقام عند اصلاح المراوح ذات التباشيم بازالة الاضرار باللحام الاضافي للعنفات . وقد تكون المراوح في عدد من الحالات متضررة لدرجة يستحيل معها اصلاحها ولذا يقام بتجهيز مراوح جديدة مع تحسين بنائها حسب الامكان .

وقبل تجليس المراوح المرممة وبالاخص المجهزة من جديد على عمود العضو الدوار (عضو الانتاج) يقام بفحصها للتأكد من انعدام الخفكان فوق المسموح به في الاتجاهين المحوري والنصف قطري (الشعاعي) . وعند اصلاح واستبدال المروحة قد ينزاح مركز ثقلها عن محور الدوران ، وتختل نتيجة لذلك موازنة (اتزان) العضو



الدوار وتأخذ المكنة بالارتجاج اثناء عملها . وقد يكون السبب فى انحراف مركز الثقل هو اختلاف سماكات جدران المراوح المصبوبة ، او اختلاف السمك لصفائح الصلب وعنفات المراوح ذات التباشيم او اختلاف ارتفاع خطوط اللحام فى المراوح المشكلة باللحام . وتجري موازنة المروحة قبل تركيبها على العضو الدوار . ولاجراء الموازنة الستاتيكية يقام بتلبيس المروحة على اطار توضع نهاياته الاسطوانية على مساطر افقية . ويتم مع اضافة اثقال الموازنة ذات الكتل المختلفة تحقيق خفض قيمة عدم الاتزان الذى لا تقوم عنده المروحة الموقوفة فى اى وضع بالتدحرج على المساطر . وتثبت اثقال الموازنة بمتانة حتى لا تنفصل عند تدوير المروحة فى المكنة . واذا لم ترمم المروحة فانه يجرى تركيبها عند التجميع فى ذلك الوضع الذى كانت عليه قبل الفك . ويوجد لهذا الغرض فى بعض المكنات مسمار وصلة خاص مركب فى الوردة الضاغطة للعضو الدوار واما فى قرص المروحة فيوجد ثقب مخرم لمسمار الوصلة . وتتوقف فعالية عمل المروحة الى درجة كبيرة على جودة معالجة قطعه التى يمر تيار الهواء بمحاذاتها . ويعيق اقل عدم استواء وحتى رؤوس التباشيم البارزة عن حركة الهواء وتشكل دوامات فى قنوات التهوية .

وغالبا ما تتضرر المراوح عند فك وتجميع المكنات بلا اكتراث ، وكذلك نتيجة للخرن الخاطىء للاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج المركبة عليها المراوح . ومن الضرورة لتلافى تضرر المروحة عند الفك مراعاة القواعد التالية :

لا يجوز الامساك بالقرص الرقيق للمروحة بواسطة النزاعة . توجد عادة على جلبه المروحة تجويفات حلقيه للامساك بواسطة

النزاعة او تكون فى نهايتها ثقب مقلوطة تركب فيها صبالم النزاعة اللولبية . وعند تجليس المراوح المصبوبة من الالومنيوم على العمود الدوار لا يجوز الطرق عليها بشدة والا قد تنفصل المراوح عن الجلبة من الصلب ، كما ان الضربات قد تنتقل الى كراسى التحميل للمكنة . وتبقى المراوح المركبة داخل المكنة على العضو الدوار عند الفك . وبعد اخراج العضو الدوار من العضو الساكن يقام بوضعه على رفوف خاصة حتى لا تتركز المروحة على المنضدة وتنشئ . واما المراوح المعدة للتهوية الخارجة للعضو الساكن فترفع عند كل فك للمحرك والا لتعذر نزع لوحة كرسى التحميل من جانب المروحة . وتجلس المراوح على العمود بالشدة المطلوبة . ويحافظ على المراوح من التحرك على طول العمود ببرغى ايقاف او بواسطة جلبة مشطورة يقام بضمها ببرغى بعد تجليس المروحة على عمود الدوران . وبفضل ذلك لا يهترئ السطح التجليسى لجلبة المروحة عند التجميع والفك . ويقام بحماية المراوح المرممة والمجهزة من جديد من الصداً وذلك بطاها المنظفة مسبقا بطبقتين من الورنيش .

### البند ٤٣ . اصلاح الهياكل الحاملة وكراسى التحميل ولوحاتها

الهياكل الحاملة ولوحات كراسى التحميل . ينحصر اصلاح الهياكل الحاملة ولوحات كراسى التحميل فى ملء الصدوع باللحام ولحام القطع المكسورة وترميم السطوح التجليسية المهترئة . وتلحم الصدوع فى الحديد الزهر بالكترودات ثنائية المعدن وعلى الاغلب فى الحالة الساخنة بشعلة الالاسيتيلين والاكسجين . وتسخن القطع فى فرن تصل حرارته الى  $700 - 800^{\circ} \text{م}$  ، ويلحم



الصدع وتترك لتبرد ببطء هي والفرن معا لمدة ١ - ٣ ايام (تبعاً لقياسات وكتلة القطعة) . فاذا كان سمك الجدار المتصدع اكثر من ٥ مم يقام قبل البدء باللحام بتشطيف حوافه على طول الصدع بازميل يدوى او يعمل بالهواء المضغوط تحت زاوية ٤٥ - ٦٠° . وتخرم بداية الصدع ونهايته حتى لا يزداد .

ويمكن لحام الصدوع فى الحديد الزهر فى الحالة الباردة بالكترود نحاسى او ثنائى المعدن وكذلك لحامها بالكترود من الصلب الخاص بالصبايم من الصلب المركبة فى الحديد الزهر على قلوطة . وتلحم عند الاصلاح القطع المكسورة . ويضطر الى لحام قوائم الهياكل الحاملة وثنائى لوحات كراسى التحميل اكثر من غيرها من القطع . وتنكسر قوائم الهياكل الحاملة بسبب التثبيت المفرط فى الشدة لها بالبراغى على اساس غير مستو ، واما ثنائى لوحات كراسى التحميل فتتكسر عند القيام بفك المكنة بطريقة خاطئة ، عندما تفصل اللوحة عن الهيكل الحامل لا بواسطة براغى الفتح او بضربات الشاكوش خلال قطعة دق بل بدق الازميل فى الشق بين طرف الهيكل الحامل وثنية اللوحة .

ويضطر الى ترميم السطوح التجليسية المهترئة للوحات كراسى التحميل فى اكثر الحالات فى اماكن تجليس كراسى التحميل الارجوحية . ويخطر تجويف لوحة كرسى التحميل حتى يسع لتكبس فيه جلبة من الصلب ، تخرط فيما بعد حتى المقاس المطلوب . واذا استحالت خراطة مكان تجليس كرسى التحميل فى لوحة الاخير حتى المقاس المطلوب فانه يقام بترميم السطوح التجليسية المهترئة بواسطة التلبيس المعدنى . وفى هذه الحالات يلجأ عند الاصلاح احيانا الى زيادة قطر كرسى التحميل

حتى مقاس التجويف فى لوحة كرسى التحميل بواسطة الانماء بصهر طبقة من المعدن بالسبك المطلوب على حلقتهما الخارجية ، غير انه لا يوصى باستخدام هذه الطريقة ، وذلك لانه قد يتضرر عند تنفيذها بلا كفاءة كرسى التحميل الغالى الثمن .

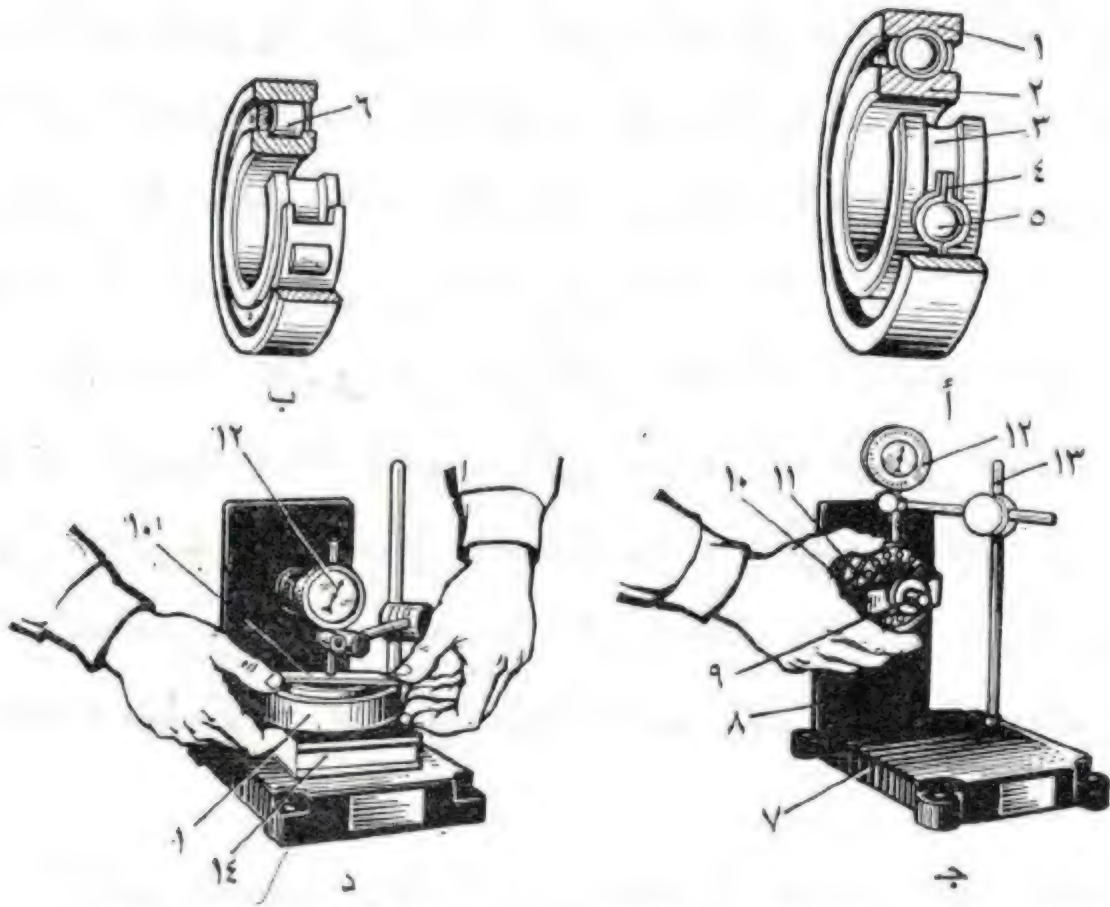
وغالبا ما تتضرر فى الهياكل الحاملة للمكونات الكهربائية الجارى ترميمها قلوظة الثقوب التى تتركب فيها البراغى المثبتة للوحة كراسى التحميل على هيكل المكنة. وعند تخرب القلوظة فى ثقب الهيكل الحامل يقام بخراطته مع تكبير القطر ومن ثم يملوظ وتركب فيه سداة مقلوظة من الداخل بقلوظة ذات القطر والخطوة المطلوبين .

كراسى التحميل . ان كراسى التحميل هى من اهم القطع لاية مكنة كهربائية . ويجرى تشغيل كراسى التحميل فى ظروف قاسية نتيجة للفرط فى التسخين والاحمال الكبيرة والاحتكاك وكذلك التآكل الكهربائى ونشوء الجذب من طرف واحد عند ازاحة العضو الدوار بالنسبة للمحور الهندسى للمكنة .

ان تضرر كرسى التحميل او خروجه من حيز العمل يتطلب الايقاف الفورى للمكنة وذلك لانه قد يؤدى هذا الى عطل بالغ يتطلب اصلاحا شاملا للمكنة .

وتستخدم فى المكونات الكهربائية كراسى تحميل من نوعين (يختلفان عن بعضهما بالبنيان) هما الارجوحية والانزلاقية . وتستخدم فى المكونات الحديثة بشكل رئيسى كراسى تحميل ارجوحية ذات كريات واسطوانات هى سهلة فى الاستخدام ومقاومة للاهتراء ، وتستبدل بسهولة عند التضرر . اما كراسى التحميل الانزلاقية التى استعملت فى المكونات ذات التصاميم القديمة فتستخدم حاليا فى





الشكل ١٢٩ . تركيبة كراسى التحميل الارجوحية بصف واحد من الكريات (أ) والاسطوانات (ب) واجهزة لفحص قيم الخلوص فى كراسى التحميل فى الاتجاه الشعاعى (ج) والمحورى (د) :

١ و ٢ - حلقنتان خارجية وداخلية ، ٣ - قناة (مجرى) الدحرجة ، ٤ - فاصل ، ٥ - كرية (بلية) ، ٦ - اسطوانة (بلحة) ، ٧ و ٨ - لوحتان افقية ورأسية ، ٩ - قضيب مقلوظ مع صمولة ، ١٠ - شريحة ، ١١ - كرسى تحميل ، ١٢ - مؤشر ، ١٣ - قائم مع ماسك المؤشر ، ١٤ - عارضة صغيرة

المكونات الكهربائية الضخمة الحديثة وكذلك عند ضرورة عمل الممكنة بمستوى منخفض للضجيج الناتج .  
وعند دخول المكونات الكهربائية ذات كراسى التحميل الارجوحية (بكريات او اسطوانات) الى حيز الاصلاح يجرى فقط فحص حالتها ومدى اهترائها .

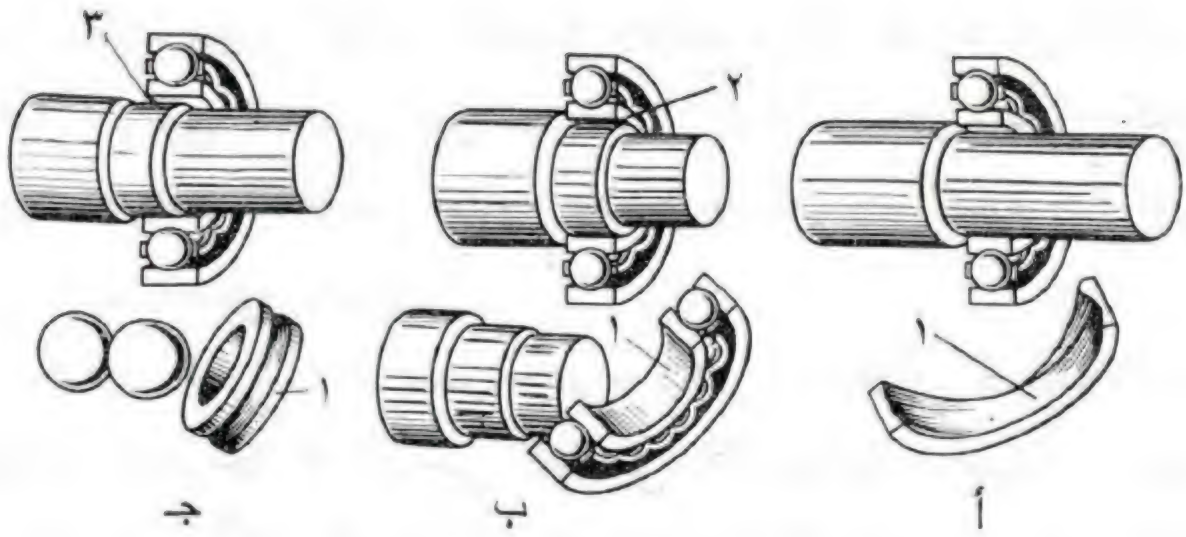
كراسى التحميل الارجوحية . يكتفى عادة عند اصلاح الممكنة الكهربائية ذات كراسى التحميل الارجوحية (الشكل ١٢٩ ، أ ،

ب) بمعاينة وغسل كراسى التحميل ووضع وجبة جديدة من الشحم .  
وتغسل كراسى التحميل ومن ثم يجرى ادخال شحم تشغيلى كثيف  
فيها ، (جامع للاغراض ومقاوم للصهر والماء) وهو عبارة عن مزيج  
من زيت معدنى وصابون .

غير انه غالبا ما تبدو سطوح الكريات ٥ أو الاسطوانات ٦  
وقنوات الدحرجة ٣ لكراسى التحميل الارجوحية متضررة . ويعبر  
عن الضرر بتآكل المعدن او تفتته نتيجة للاجهاد . وينجم تآكل  
قنوات الدحرجة لكراسى التحميل عن المسح الحاك نتيجة سقوط  
جسيمات صغيرة صلبة بداخلها . ويتخذ السطح التشغيلى لكراسى  
التحميل هذه لونا مميزا غير لامع . ويجرى تفتت المعدن نتيجة  
الاجهاد فى قنوات الدحرجة وعلى سطوح الكريات او الاسطوانات  
كذلك من جراء العمل فى نظام التحميل الغير طبيعى او العمل لمدة  
طويلة من الزمن لايسمح بها بكرسى التحميل هذا .

وتشاهد فى الشكل ١٣٠ اكثر اشكال وقطاعات التآكل المميزة  
لكراسى التحميل الارجوحية . ويحدد مدى تآكل كراسى التحميل  
الارجوحية بقياس قيم الخلووص الشعاعية والمحورية بواسطة الاجهزة  
(انظر الشكل ١٢٩ ، ج ، د) . ولأخذ قياس الخلووص الشعاعى  
يركب كرسى التحميل ١١ على اللوحة الرأسية ٨ للجهاز . وبعد وضع  
الشريحة المصنوعة من الصلب ١٠ على الحلقة الداخلية ٢ لكرسى  
التحميل يثبت الاخير بالصمولة المركبة على القضيب ٩ الملحوم  
على اللوحة الرأسية ، ويجب فى هذه الحالة ان تدور الحلقة الخارجية  
١ لكرسى التحميل بحرية . وتحدد قيمة الخلووص الشعاعى بالمؤشر  
١٢ ، المثبت على ماسك القائم ١٣ حسب نتائج ثلاثة قياسات يجرى





الشكل ١٣٠ . اشكال وقطاعات تأكل كراسى التحميل الارجوحية :  
 أ - نتيجة للانحراف ، ب - عند انزلاق الحلقة الداخلية لكبرى التحميل على عمود الدوران ، ج - نتيجة للشد الفائق عن الحد ؛ ١ - قطاعات تأكل قطع كبرى التحميل ، ٢ - خلوص (فرجة) ، ٣ - تجليس بصعوبة

اخذها عند تدوير الحلقة الخارجية لكبرى التحميل بعد اخذ القياس الاول والثانى كل عند زاوية ١٢٠° .

ولقياس الخلوص المحورى يوضع كبرى التحميل على عارضتين معدنيتين صغيرتين ١٤ متساويتين بالابعاد ، بحيث تكون الحلقة الداخلية معلقة بحرية (مرتخية) (انظر الشكل ١٢٩ ، د) وبعد وضع الشريحة ١٠ من الصلب على هذه الحلقة ينزل بالمؤشر ١٢ الى ان يتلامس كعبه مع الشريحة . وتحدد قيمة الخلوص المحورى حسب قراءة سهم المؤشر ، وذلك بضغط الحلقة الخارجية ١ لكبرى التحميل على العارضتين مع تحريك الحلقة الداخلية ٢ فى الوقت نفسه باليدين الى اعلى للنهاية . ويجب ان لا يزيد الخلوص المحورى فى كراسى التحميل الارجوحية للمكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط عن ٠,٥ مم .

وعند قيم الخلوص الشعاعية والمحورية الاكبر من ذلك وكذلك  
عندما تلحق الاضرار ببعض قطع او اجزاء كرسى التحميل الارجوحى  
(تحطم الفاصل او الكريات او الاسطوانات او تفتت المعدن فى  
قنوات الدحرجة) يقام باستبداله بآخر جديد .

وتستبدل كراسى التحميل الارجوحية باخرى جديدة كذلك  
عند وجود الاضرار التالية التى تستعصى ازالتها :

— شقوق او تصدعات على الحلقات او الفواصل او الكريات  
(الاسطوانات) ؛

— حفر او انبعاجات على سطوح قنوات التدحرج ؛  
— بواذر تقشر (تسلخ) سطوح قنوات الدحرجة لكبرى  
التحميل ؛

— الوان ناجمة عن الاحماء الزائد تظهر على سطوح الحلقات  
والفواصل والكريات (الاسطوانات) ؛

— خدوش او شروخ عميقة تقع بشكل متعامد مع طريق  
تدحرج الكريات (الاسطوانات) ؛

— نقر وضجيج زائد فى كرسى التحميل لا يزول بعد غسله ؛

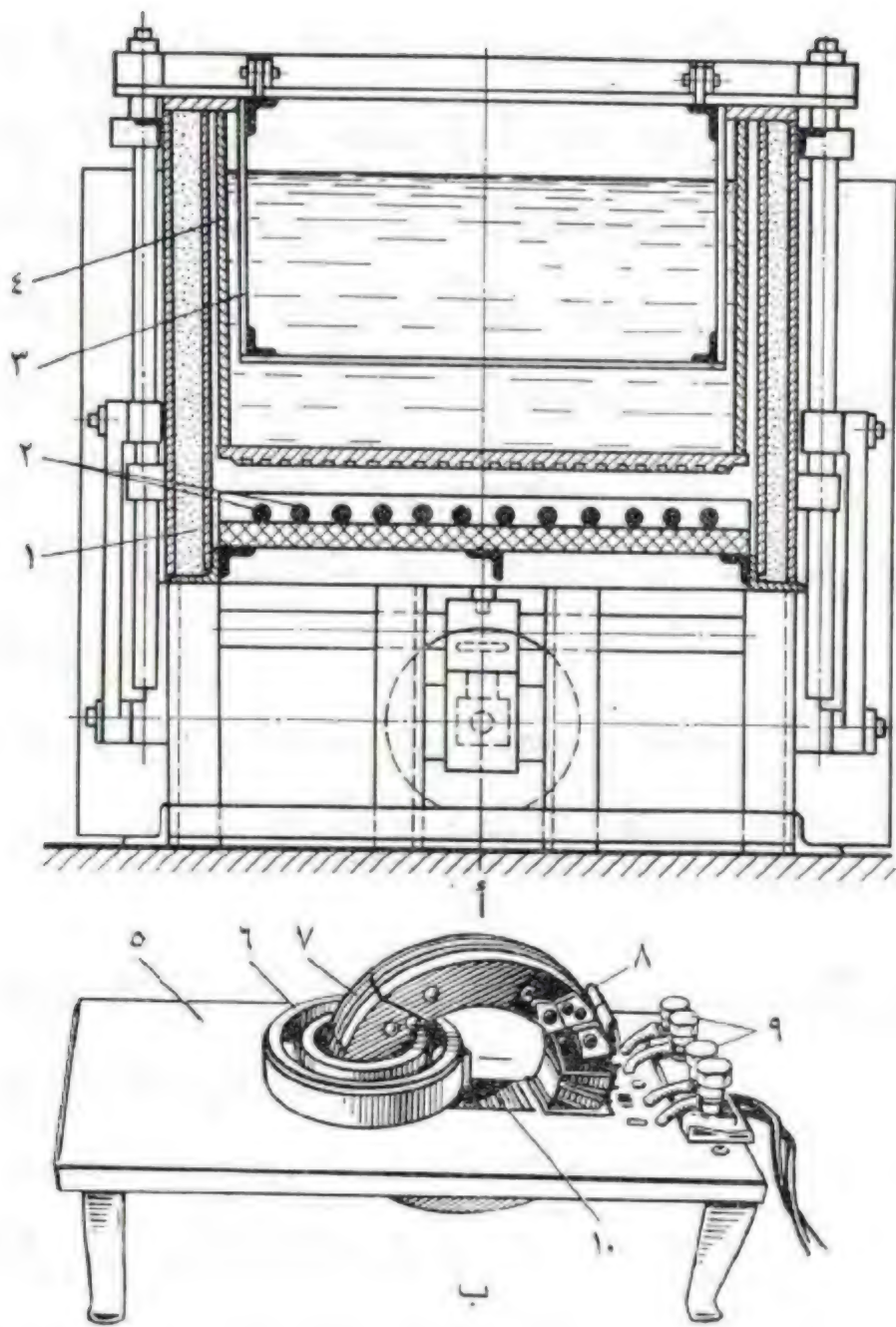
— حفر او انبعاجات على سطح الفاصل ؛

— آثار واضحة للكريات (الاسطوانات) على قنوات الدحرجة .

ان تضرر كراسى التحميل الارجوحية ليس فقط نتيجة  
الاستخدام الردىء بل ايضا نتيجة الاخلال بقواعد التركيب او  
التسخين الخاطىء لكبرى التحميل بغرض تجليسه على عمود الدوران  
عند التجميع فى المصنع او عند الاصلاح الدورى .

ويجرى عادة تجليس كرسى التحميل الارجوحى على عمود  
الدوران بالتسخين المسبق له الى ٨٠ - ٩٠° م فى حوض الزيت .





الشكل ١٣١ . اجهزة لتسخين كراسى التحميل الارجوحية عند تجليسيها على عمود الدوران :

أ - حوض الزيت ، ب - جهاز التسخين بالتأثير ؛ ١ - حشوة عازلة ، ٢ - عنصر تسخين ، ٣ - سلة رفع ، ٤ - خزان ، ٥ - لوحة ، ٦ - كرسى تحميل ، ٧ - قلب مغناطيسى ، ٨ - مفصلة ، ٩ - مأخذ ، ١٠ - ملف ابتدائي

ويحتوى حوض الزيت (الشكل ١٣١ ، أ) على خزان داخلي ٤ وسلة رفع ٣ ذات قعر شبكى ، وعناصر تسخين ٢ ممددة فى لوحة خزفية ، وتجهيزة توزيع هوائية تستخدم للتحكم فى رفع

وانزال السلة ، وجيب لتركيب ميزان الحرارة فيه لمراقبه حرارة تسخين الزيت ، وماسورة تصريف الزيت من الحوض . وتكون السلة مغطاة من الاعلى بغطائين . ويكون الغطاء الخلفى مثبتا باحكام ، واما الامامى فهو غطاء قلاب . وترتفع السلة بواسطة اسطوانة ثنائية الفعل تعمل على الهواء المضغوط ومعلقة على هيكل الحوض . ويكون الفراغ الكائن بين جدران الغلاف مملوءا بحشوة عازلة ١ من الاسبست وذلك للتقليل من فقدان الحرارة . وعند تسخين كراسى التحميل فى الحوض تراقب قراءات ميزان الحرارة بدقة وذلك لانه قد يشتعل زيت المحولات الموجود فى الحوض عند ارتفاع الحرارة لاكثر من ١٣٠° م .

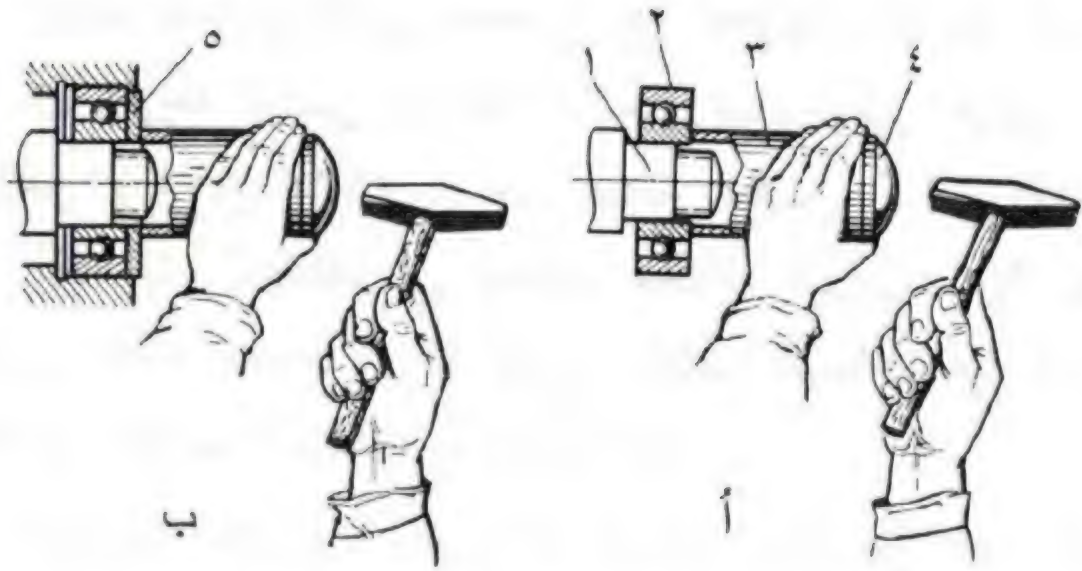
ان تسخين كراسى التحميل فى حوض الزيت منتشر بشكل واسع ، الا انه توجد له عدة نواقص . اذ ان احواض الزيت كبيرة الحجم وتتطلب دوما العناية بنظافة الزيت الموجود بداخلها حتى يمنع اتساخ كراسى التحميل عند التسخين . ويسخن كرسى التحميل مدة طويلة وبشكل غير منتظم : واكثر ما يسخن فيه هو الجزء الموجه نحو مصدر الحرارة ، الذى يقوم بتسخين الزيت فى الحوض . وقد يؤدى عدم حيطة القائمين بالعمل الى اشتعال الزيت او اصابتهم بحروق او الى نشوب حريق . وتنعدم هذه النواقص فى طريقة التسخين بالتأثير لكراسى التحميل الارجوحية فى جهاز خاص . ويتكون جهاز التسخين بالتأثير (الشكل ١٣١ ، ب) من اللوحة ٥ ومن القلب المغناطيسى على هيئة حلقة قابلة للفك ٧ المجمع من صفائح الصلب المستعمل فى المحولات . ويكون احد قطاعى القلب مثبتا على مفصلة من النحاس الاصفر ٨ ويقلب عند تركيب كرسى التحميل ٦ لتسخينه



فى الجهاز . وقد تستعمل لتجهيز القلب المغناطيسى للجهاز قلوب محولات التيار المتضررة . ويكون الملف الابتدائى ١٠ ملفوفا على الجزء السفلى للقلب مع اطراف لحام خارجة عن كل من ١٠٠ و ١٥٠ و ٢٠٠ لفة . وتكون نهايات الملف مسحوبة نحو المآخذ ٩ . وتعمل حلقات كرسى التحميل كملف ثانوى للجهاز وهى عبارة عن لفة مقصرة ملبسة على القلب .

ويغذى الملف الابتدائى من محول نقال قياسى يعمل بفلطية قدرها ٣٨٠ - ٢٢٠/٣٦ - ١٢ فلف وبقدرة ٢٥٠ واط . وعند مرور التيار بالملف الابتدائى ينشأ تيار تأثيرى فى حلقات كرسى التحميل ويسخنها الى ٨٠ - ٩٠° م . وتفحص درجة حرارة كرسى التحميل بواسطة موازين حرارة او مجس حرارى او شمعة حرارية تستعمل لمراقبة تسخين الوصلات التلامسية للقضبان فى اجهزة التوزيع .

وتكون اجهزة التأثير قابلة للاستعمال لجميع مقاسات كراسى التحميل الارجوحية ، غير ان كل جهاز يستعمل لتسخين كراسى تحميل ذات مقاسات عدة تتوقف على ابعاد القلب وقدرة المحول المغذى للملف الابتدائى للجهاز . وتبلغ كتلة الجهاز الظاهر فى الشكل ١٣١ ، ب ٤ كغم ويسمح بتسخين كراسى تحميل من № 310 الى № 322 . ويجرى تسخين كراسى التحميل بطريقة التأثير بشكل اسرع بثلاث مرات تقريبا مما هو فى حوض الزيت . ويكون الجهاز مركبا على لوحة مقاومة للنار من الاسيستوسمنت ويوضع عليها كرسى التحميل الجارى تسخينه . ويجلس كرسى التحميل المسخن على عمود المكنة الكهربائية يدويا بواسطة قطعة مطولة تتكون من سداة كروية ٤ (الشكل ١٣٢ ، أ) ملبسة على



الشكل ١٣٢ . تجليس كراسى التحميل الارجوحية :

أ - على عمود الدوران ، ب - على عمود الدوران وفي تجويف لوحة كرسى التحميل ؛  
 ١ - عمود الدوران ، ٢ - كرسى التحميل ، ٣ - قطعة من ماسورة ، ٤ - سدادة ،  
 ٥ - وردة معدنية

قطعة من ماسورة ٣ ، يعادل قطرها قطر الجزء الاوسط من حلقة كرسى التحميل ٢ .

ويقام بمعالجة قطاع عمود الدوران الذى يجب ان يجلس عليه كرسى التحميل مسبقا بتنظيفه بدقة من النتؤات ، ومن ثم يغسل ويمسح حتى الجفاف . ويجرى تجليس كرسى التحميل على العمود وفي تجويف لوحة كراسى التحميل (الشكل ١٣٢ ، ب) بمساعدة قطعة مطولة وورد معدنية ٥ . ويعالج سطح تجويف اللوحة مسبقا كذلك مثل معالجة مكان تجليس كرسى التحميل على العمود .

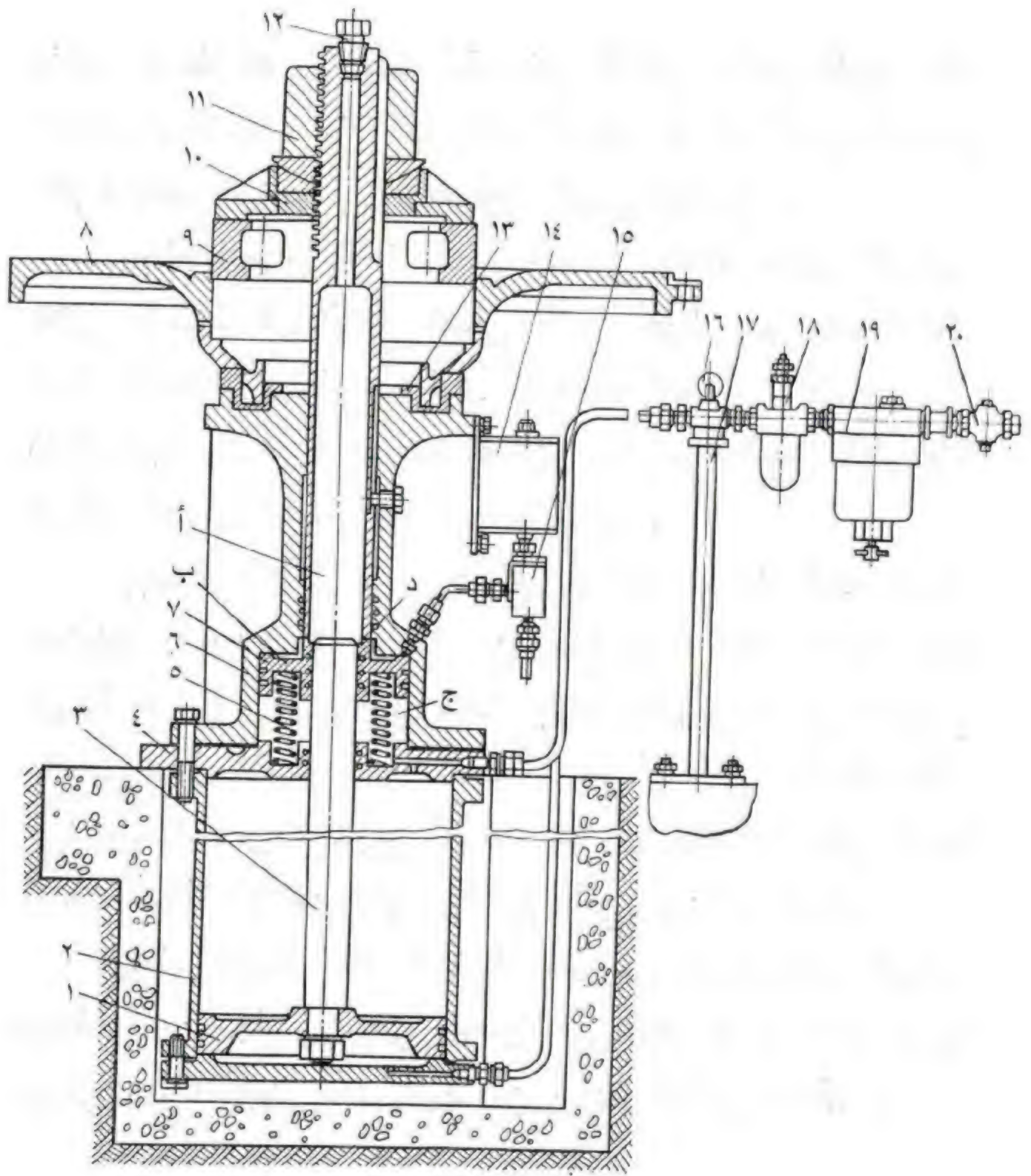
ولا تخلو الطرق المذكورة لتجليس كراسى التحميل على العمود من النواقص وبالاخص من امكانية انحرافات كرسى التحميل او الاضرار بحلقاته او اصابة ملف العضو الدوار او عضو التوحيد لعضو الانتاج بضربة عفوية . وعدا عن ذلك فان طريقة التجليس اليدوية مصحوبة ببذل جهد عضلى كبير .



ويقام بتجليس كراسى التحميل فى لوحاتها بالطريقة الممكنة  
ايضا أى بطريقة الكبس بواسطة مكبس هيدروليكي هوائى جامع  
الاغراض (الشكل ١٣٣) . وهو صالح لكبس كراسى التحميل  
ذات القياسات المختلفة فى لوحات مختلفة البنيان . ولا يتطلب  
المكبس اعادة الضبط : اذ توضع مختلف اللوحات على المكبس  
باستخدام حلقات استبدال تكنولوجية ١٣ .

ويجرى تجليس كرسى التحميل فى اللوحة على النحو التالى .  
تركب اللوحة ٨ مع الحلقة الخارجية ٩ لكرسى التحميل الماثلة  
للكبس على منضدة المكبس ومن ثم تلبس المظلة الضاغطة ١٠  
والصمولة الخاصة ١١ على الكباس ٧ مع الذراع . وتوجد قلوطة  
حلقية متقطعة للذراع والصمولة (بسبب الشقوق المشكلة) . ومن اجل  
تلبس الصمولة على العمود بحرية وحتى التلامس مع المظلة ١٠ يقام  
بمطابقة بروزات الصمولة مع الشقوق الطولية على الذراع وكذلك بروزات  
الذراع مع الشقوق فى الصمولة . وعند تدوير الصمولة الى زاوية ٦٠°  
يجرى اتصالها مع الذراع (بروزات احدى القطعتين تدخل فى الشقوق  
الحلقية للآخرى) .

ويشغل المكبس بتدوير مقبض الصنبور ثلاثى الاشواط ١٦ ،  
وفى هذه الحالة يجرى اتصال الفراغ السفلى للاستطوانة الهوائية  
الكبرى ذات القطر الداخلى البالغ ٣٤٠ مم مع الانابيب الرئيسية  
للhواء المضغوط فى المصنع واما الفراغ العلوى والفراغ (ج) للاستطوانة  
الهوائية الصغرى فيتصلان بالهواء الجوى . وينتقل الكباس ١  
والمكبس الغاطس ٣ الى الاعلى تحت ضغط الهواء المضغوط وفى  
هذه الحالة يقوم المكبس الغاطس بازاحة السائل من الفراغ (أ)  
للاستطوانة الهيدروليكية خلال القنوات (د) الى الفراغ (ب) محدثا



الشكل ١٣٣ . مكبس هيدروليكي هوائي :

١ و ٧ - كباسا الاسطوانتين الهوائية والهيدروليكية ، ٢ - الاسطوانة الهوائية الكبرى ، ٣ - مكبس غاطس ، ٤ - الغطاء العلوى للمكبس الهوائى ، ٥ - زنبرك ، ٦ - اسطوانة هيدروليكية ، ٨ - لوحة كرسى التحميل ، ٩ - الحلقة الخارجية لكبرى التحميل ، ١٠ - مظلة ضاغطة ، ١١ - صمولة ، ١٢ - سدادة ، ١٣ - حلقات تكنولوجية ، ١٤ - خزان ، ١٥ - صمام ، ١٦ - صنبور ثلاثى الاشواط ، ١٧ - قائم ، ١٨ - مخفض سرعات ، ١٩ - فرازة لفصل الماء ، ٢٠ - محبس (صمام)



بذلك ضغطا فيه . ونتيجة لهذا يقوم الكباس ٧ مع الذراع اثناء تحركه الى الاسفل بنقل القوة خلال المظلة ١٠ الى كرسى التحميل كابسا بذلك الاخير فى فتحة لوحة كرسى التحميل .

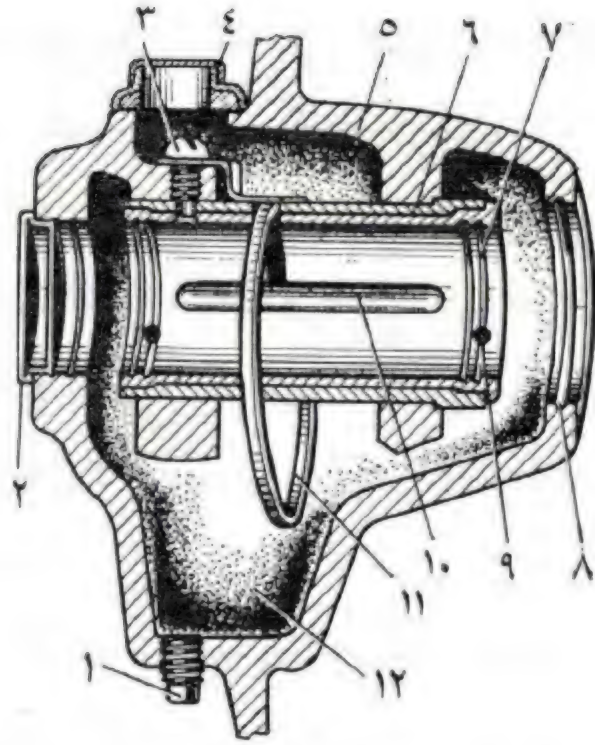
ويقام لتحرير لوحة كرسى التحميل بادارة مقبض الصنبور ثلاثى الاشواط الى الوضع الطرفى الآخر حيث يتم عنده انتقال الهواء المضغوط الى الفراغ العلوى للاستطوانة الهوائية الكبرى والى الفراغ (ج) للاستطوانة الهوائية الصغرى واما الفراغ السفلى للاستطوانة الهوائية الكبرى فيتصل مع الهواء الجوى .

ويتحرك الكباس ٧ مع الذراع الى الاعلى تحت ضغط الهواء المضغوط مزيجا لسائل التشغيل من الفراغ (ب) خلال القنوات (د) الى الفراغ (أ) . وفى نفس الوقت يهبط الكباس ١ مع المكبس الغاطس ٣ الى الاسفل محررا المكان للسائل فى الفراغ (أ) للاستطوانة الهيدروليكية . وبعد تدوير الصمولة ١١ الى زاوية ٦٠° يقام بنزعها وكذلك المظلة ١٠ عن الكباس ٧ مع الذراع ومن ثم اللوحة .

وتزداد الجودة عند استعمال المكبس الهيدرولى الهوائى ويتقلص زمن تجليس كرسى التحميل فى اللوحة الى ٤ مرات تقريبا ويعفى الميكانيكيون الكهربائيون من الجهد العضلى الشاق .

كراسى التحميل الانزلاقية . تكون كراسى التحميل الانزلاقية للمكنات الكهربائية مركبة بداخل لوحات كراسى التحميل او خارج حدودها ومركبة فى قوائم موضوعة على قاعدة مشتركة مع الهيكل الحامل للمكنة .

وتنجز كراسى التحميل هذه على شكل جلبة من قطعة واحدة او مجزأة ، حيث تتكون الاخيرة من نصفين (حاضنين) ، ويتم



الشكل ١٣٤ . كرسى التحميل الانزلاقى :

- ١ - سدادة تصريف الزيت ، ٢ - الغطاء الطرفى للهيكل ، ٣ - برغى ، ٤ - غطاء  
غرفة الزيت ، ٥ - هيكل كرسى التحميل ، ٦ - جلبات ، ٧ - قنوات التقاط الزيت ،  
٨ - قناة فى الهيكل ، ٩ - ثقب تسييب الزيت ، ١٠ - قناة توزيع الزيت ،  
١١ - حلقة التزيت ، ١٢ - غرفة الزيت

الفصل بينهما افقيا ، ويكون السطح الداخلى للجلبية مغطى بطبقة  
من سبيكة مقاومة للاحتكاك - بابيت . وغالبا ما يستخدم فى  
كراسى التحميل الانزلاقية نظام التزيت الحلقى .  
وتوجد لكرسى التحميل الانزلاقى (الشكل ١٣٤) ذى التزيت  
الحلقى المركب فى لوحة كرسى التحميل للمحرك الكهربائى ، جلبية  
من الحديد الزهر ٦ مكونة من حاضنين ومركبة فى الهيكل ٥ ومثبتة  
فيه بالبرغى ٣ . ويوجد فى الجلبية شق توضع فيه حلقة التزيت ١١ ،  
التي تصنع من الصلب للمكانات الكهربائية اللائزمانية ومن النحاس  
الاصفر او البرونز للمكانات العاملة بالتيار المستمر وذلك تلافيا  
لالتصاق الحلقة نتيجة للتمغنت . ويرقد الجزء «العلوى» للحلقة على



قطاع عنق عمود الدوران الواقع فى الشق واما الجزء «السفلى» فيكون مغمورا فى الزيت الموجود فى غرفة الزيت ١٢ لكبرى التحميل . وتبدأ حلقة التزييت بالدوران عند تدوير عمود الدوران . ويعلق الزيت فى هذه الحالة بالحلقة ويصل الى عنق عمود الدوران ومن هناك يسقط فى قناة توزيع الزيت ١٠ ويسيل على الجلبة . ويوجد بين الجلبة وعنق عمود الدوران خلوص ، تتوقف قيمته على قطر وسرعة دوران العمود .

ان الزيت الواصل بواسطة الحلقة الدوارة يسقط فى الخلوص الكائن بين عنق عمود الدوران والسطح الداخلى للجلبة ومن جراء ذلك يعوم العنق ويدور خلال فترة عمل المحرك على طبقة رقيقة من الزيت . ويتكون فى هذه الحالة ما يدعى بالاحتكاك السائل الذى يخفض بشدة من معامل الاحتكاك ونتيجة لذلك يستطيع كبرى التحميل ان يعمل لمدة طويلة دون التعرض للتآكل الشديد . وللحيلولة دون سيلان الزيت على طول عمود الدوران توجد على الجلبة قنوات لاقطة للزيت ٧ ، متصلة بالغرفة ١٢ خلال الثقوب ٩ . وكما يبدو من الشكل فان قناة توزيع الزيت ١٠ لا تصل الى القنوات ٧ ، والا لما وقع الزيت فى الخلوص بين عنق عمود الدوران والجلبة بل قام بالدوران فى القنوات .

وتوجد قناة حلقة ٨ فى هيكل كبرى التحميل توضع فيها وردة تحشية من اللباد ، حتى لا يسقط الزيت من كبرى التحميل على الملف والاجزاء الداخلية للمحرك الكهربائى . واما الفتحة الكائنة فى طرف هيكل كبرى التحميل فمغلقة بالغطاء ٢ . ويجرى ادخال حلقة التزييت فى كبرى التحميل من خلال النافذة المغلقة بالغطاء ٤ . وغالبا ما يجرى اصلاح كراسى التحميل الانزلاقية نتيجة تآكل

او تسليخ او تفتت طبقة البابيت وانصهاره عند تسخينه الى درجة حرارة تفوق الحد المسموح به . ويجرى اظهار عيوب الحواضن بالمعاينة الظاهرية وبالصوت عند الطرق . ويكون الصوت فى كراسى التحميل ذات طبقة البابيت المحفوظة بشكل جيد صافيا ورنانا عند الطرق عليه بواسطة شاكوش صغير . واما فى حالة البابيت المتسليخ فسيكون الصوت مرتجا وأصم (بلا رنين) . ولاكتشاف الصدوع فى بابيت الحاضن يقام بتغطيسه فى الكيروسين لمدة ١٠ - ١٥ دقيقة ومن ثم يمسح حتى الجفاف ويغطى بطبقة رقيقة من طبشور محلول فى الماء . وترسم الصدوع بوضوح على السطح المغطى بالطبشور بفضل الكيروسين المتبقى فى الصدوع .

وتزال العيوب المكتشفة باعادة صب البابيت . وتشمل عملية اصلاح كراسى التحميل باعادة الصب ، الاعمال التحضيرية والصب والمعالجة الميكانيكية واعمال الضبط .

وتنظف الحواضن اثناء عملية التحضير لصبها من الاوساخ والزيت وذلك بغسلها فى محلول الصودا الكاوية بنسبة ١٠٪ كما وتحرر من البابيت القديم الذى يصهر بواسطة تسخين الحواضن بشعلة وابور اللحام او بتسخينها فى افران كهربائية عند حرارة ٣٨٠ - ٤٠٠ °م . وتزال الشحوم عن الحواضن المحررة من البابيت القديم لمدة ١ - ٣ دقائق فى محلول الصودا الكاوية بنسبة ١٠٪ المسخنة الى ٧٠ - ٨٠ °م ومن ثم تغسل بالماء الساخن وتنشف بقطع قماش نظيفة . ويجرى اعداد الحواضن المنظفة من الشحوم لصبها بالبابيت على النحو التالى :

— بتنظيف السطح الداخلى بفراشى من اسلاك الصلب حتى

البريق المعدنى ؛



— بتنظيف السطح الداخلى بواسطة تيار مندفع من الرمل وبالتلبيس المعدنى اللاحق ؛

— بتنظيف السطح الداخلى وتبييضه بالقصدير .

ولكل من الطرق المذكورة لاعداد حواضن كراسى التحميل لصبها بالبابت حسنات ونواقص . فمثلا ، الاعداد للصب بالتنظيف فقط يكون بسيطا جدا فى التنفيذ ولا يتطلب معدات خاصة ولكن لا يؤمن الالتحام المتين للبابت مع السطح الداخلى للحاوضن ، بينما الاعداد للصب بطريقة التنظيف بواسطة تيار الرمل المندفع والتلبيس المعدنى اللاحق يسمح بتكوين سطح للحاوضن تتحسن عنده ظروف التحامه مع البابت الجارى صبه . غير انه لتحقيق هذا الاعداد يلزم جهاز تيار الرمل المندفع وجهاز تلبيس معدنى وغرفة لتنفيذ عمليات دفع تيار الرمل .

ويؤمن الاعداد لصب السطح الداخلى للحاوضن بطريقة التنظيف والتبييض اللاحق بالقصدير متانة اكبر لالتحام البابت مع سطح الحاوضن . وبالرغم من ان هذه الطريقة لاعداد الصب تتطلب استهلاكاً لمونة اللحام ووقتا اكبر الا انها منتشرة فى الممارسة العملية للاصلاح .

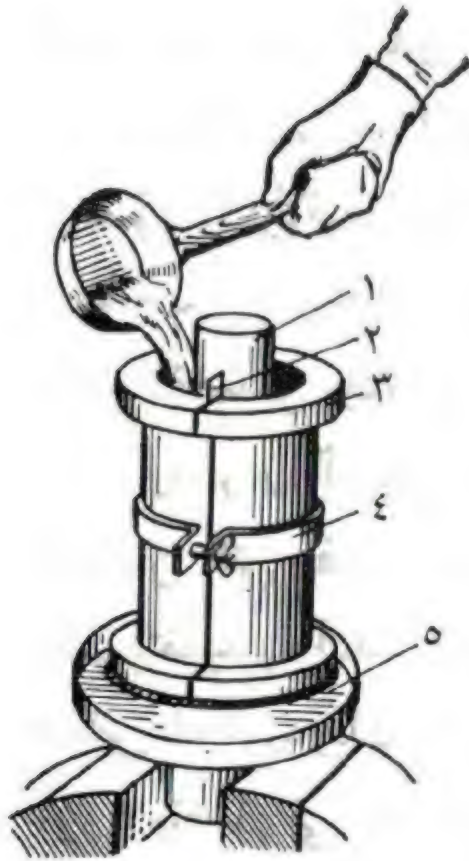
ويجرى تبييض الحواضن بالقصدير لصبها بالبابت بالطريقة اليدوية للتبييض او بتغطيسها فى مصهور المونة . ويقام عند التبييض اليدوى بتغطية السطح الداخلى للحواضن المنظف حتى اللمعان بطبقة من صهور (كلوريد الخارصين) وتسخن الحواضن حتى ٢٨٠ — ٣٠٠ م° ، وبعد ذلك يدلك سطحها الداخلى بقضيب من مونة القصدير والرصاص الى ان يغطى السطح بطبقة رقيقة منتظمة من القصدير . وتتطلب طريقة التبييض هذه وقتا كبيرا وتستخدم عند

اعادة صب عدد غير كبير من كراسى التحميل الانزلاقية للمكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ٥٠ كيلوواط .

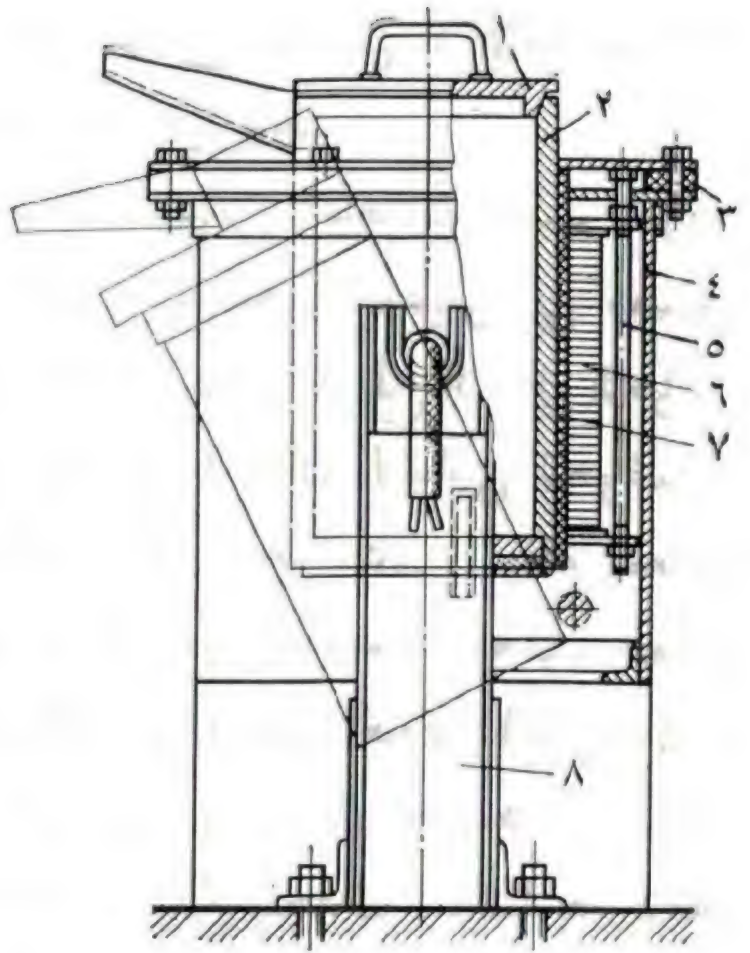
وهناك طريقة اكثر حداثة للتبييض استعدادا لصب كراسى التحميل الانزلاقية للمكنات الكهربائية وهى التغطيس فى مصهور المونة حيث يتم عندها تحقيق تغطية منتظمة للسطح الداخلى للحواضن بطبقة القصدير والتحام متين لها مع المعدن الاساسى للحواضن . ويجرى التبييض بالتغطيس على النحو التالى : يقام بمعالجة الحواضن التى نظف سطحها الداخلى من الاكاسيد بمحلول حمضى وذلك بتغطيسها لمدة ٢ - ٣ دقائق فى محلول حامض الكبريتيك او حامض الكلوردرىك بنسبة ١٥٪ ومن ثم يجرى تحييدها فى محلول قلوئى وتغسل فى ماء بحرارة ٦٠ - ٧٠°م وتجفف . وفيما بعد ينظف السطح الداخلى للحواضن ثانية بفرشاة من الصلب واما سطحها الخارجى فيغطى بطبقة واقية مكونة عادة من جزء واحد من الطباشور وجزء واحد من غراء النجارة محلولين فى جزئين او ثلاثة اجزاء من الماء ، وبعد ذلك تجفف . ويغطى السطح الداخلى لحواضن كراسى التحميل بطبقة من الصهور وذلك بتغطيسها فى حوض به كلوريد الخارصين ومن ثم تسخن الى ١٢٠°م وتغطس لمدة ٥ - ٧ دقائق فى حوض فيه مصهور مونة القصدير والرصاص ، وبعد ذلك تخرج الحواضن وتحرر من فائض المونة بهزها .

وتشد الحواضن المعدة للصب ببعضها البعض بمتانة بواسطة اطواق وتتخذ اجراءات للحيلولة دون تسرب البابيت اثناء الصب . وتصب كراسى التحميل الانزلاقية للمكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط المخصصة للاغراض الصناعية العامة بالبابيت . وعند لزوم كمية صغيرة من البابيت يجرى صهره فى





الشكل ١٣٦ . صب كرسى التحميل  
الانزلاقى بالبابيت يدويا :  
١ - قضيب ، ٢ - حشوة  
مباعدة ، ٣ - حواضن كرسى  
التحميل المعد لصبه بالبابيت ،  
٤ - طوق ، ٥ - صينية



الشكل ١٣٥ . فرن تأثيرى لصهر البابيت :  
١ - غطاء ، ٢ - بوتقة من الصلب ،  
٣ - حلقة من الاسبتوسمنت ، ٤ - هيكل ،  
٥ - صبالم شد لتثبيت الملف ، ٦ - وشيعة  
التأثير ، ٧ - عازل من الاسبت ، ٨ - قائم  
مع عروات

بوتقة صغيرة وعند الحاجة الكبرى له يصهر فى الافران التأثيرية .  
ويتكون الفرن التأثيرى (الشكل ١٣٥) من بوتقة اسطوانية من  
الصلب ٢ معزولة عن هيكل الفرن بالحلقة ٣ من الاسبتوسمنت  
ومغلقة بالغطاء ١ ؛ ومن وشيعة التأثير ٦ المعزولة عن جدران البوتقة  
بثلاث طبقات من الاسبت الصفائحى ٧ والمثبتة بمثانة بواسطة  
صبالم الشد ٥ ؛ ومن الهيكل ٤ مع مقعدات لسكب مصهور البابيت

عند صب كراسى التحميل ؛ ومن القائمين ٨ المزودين بعروات  
لوضع مقعدات البوتقة فيها .

ويتم تسخين البوتقة بتيار متغير بتردد قدره ٥٠ هيرتز خلال  
محول خفض الفلطية ٦٦٠ - ٦٠/٣٨٠ فلت . ويقام عند صهر  
البابيت بمراقبة حرارته بانتباه حيث لا يسمح بالتسخين الناقص او  
بالتسخين الزائد ، وذلك لانه فى كلتا الحالتين تنخفض قدرة التحام  
السبيكة بسطح كرسى التحميل وكذلك تسوء النوعية الميكانيكية  
لطبقة البابيت . وعند الحرارة الطبيعية للتسخين يكون لسطح البابيت  
لون فضى - ابيض . ويقام بمراقبة حرارة تسخين البابيت باستخدام  
الجدول رقم ٥ .

ويجرى صب الحواضن بالبابيت بالطريقة اليدوية (الستاتيكية)  
او بالطرد المركزى (الديناميكية) .

الجدول ٥

### درجات حرارة تسخين البابيت

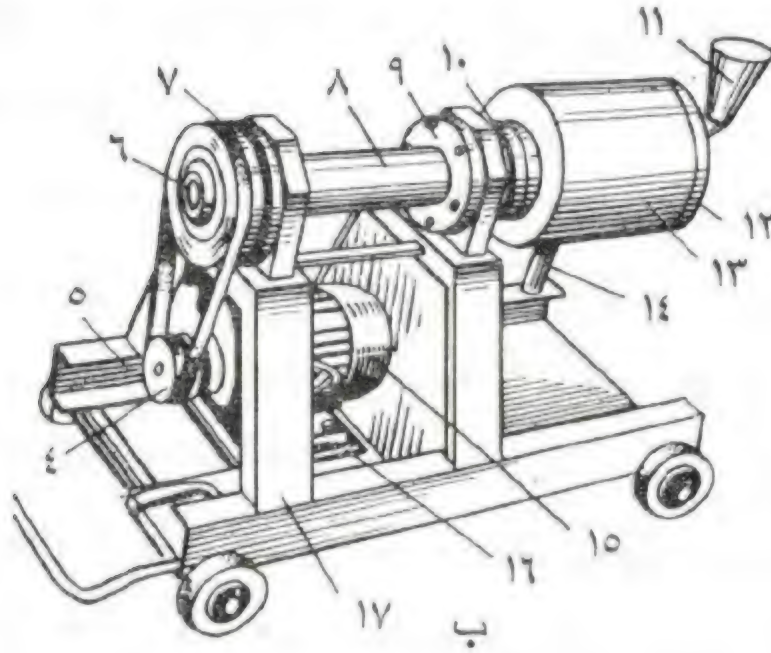
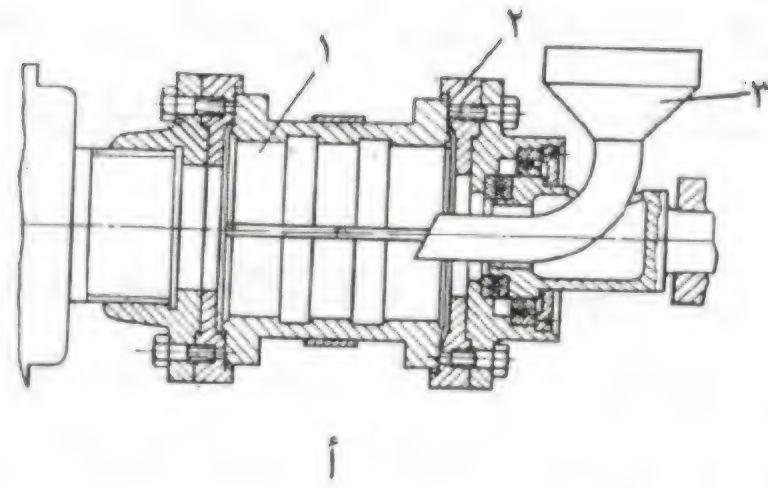
الحرارة ، م°			ماركة البابيت
عند الصب	عند نهاية الصهر	فى بداية الصهر	
١٠ ± ٤٦٠	٤١٠	٢٤٠	B-16
١٠ ± ٤٥٠	٣٩٧	٢٤٥	БН

ملاحظة . تتوقف حرارة التسخين على ماركة البابيت . وتنسب درجات حرارة  
التسخين الواردة فى الجدول الى ماركات البابيت المستخدمة بشكل واسع لصب كراسى  
التحميل الانزلاقية للمكنات الكهربائية .



وعند الصب يدويا (الشكل ١٣٦) تركيب الحواضن ٣ على الصينية ٥ المشدودة فى ملازمة ويدخل فيها (بدقة فى المركز) القضيب ١ من قطعة ماسورة من الصلب ذات قطر مناسب . ويجرى اختيار قطر القضيب مع الاخذ بعين الاعتبار تقلص البابيت (بنسبة ٠,٥ - ٠,٧٪) والاضافة المخصصة للمعالجة الميكانيكية (٣ - ٦ مم) . وفيما بعد توضع فى اماكن التقاء الحواضن حشوات مبادعة ٢ من الصلب الشريطى الغير مبيض بالقصدير ، حيث تقوم بمركزة القضيب ومنع التحام الحواضن عند الصب . وتشد الحواضن بقوة بالطوق ٤ من الصلب الشريحي بواسطة برغى مع صمولة مجنحة . ويجب ان يعنى عند صب البابيت فى الحواضن بان ينسكب بتيار منتظم غير متقطع . ويمسك بمغرفة الصب الحاوية على البابيت قريبا من الحواضن لتلافى التبريد السريع لتيار البابيت . وقد يؤدى عدم مراعاة هذه الشروط الى تكوين الطبقات وقشور الاكاسيد التى تخفض بحددة من قوة الالتصاق فى اماكن تلامس البابيت البارد مع معدن الحواضن . وتستخدم هذه الطريقة لصب كراسى التحميل الانزلاقية بالبابيت فى الورشات الكهربائية للمؤسسات عندما تكون كميات الصب صغيرة .

وفى حالة العدد الكبير للمكونات الكهربائية ذات كراسى التحميل الانزلاقية ، الواقعة فى حيز التشغيل ، وحينما يضطر عند اصلاحها الى اعادة صب العديد من كراسى التحميل يقام باستخدام الصب بالطرد المركزى الذى يضمن اقل استهلاك لمادة البابيت بسبب اختصار التطويل من اجل المعالجة ، وكذلك الكثافة العالية لطبقة البابيت والتلاصق المتين له مع السطح الداخلى للحواضن . ويسكب البابيت المصهور الى داخل الكرسي الحامل الدوار حيث



الشكل ١٣٧ . صب كراسى التحميل الانزلاقية بالطرد المركزي :

أ- فى جهاز يركب على مكينة الخراطة ، ب- فى مكينة نقالة (الغلاف منزوع) ؛  
 ١- حواضن ، ٢- قرص ، ٣ و ١١- أقماع ، ٤ و ٧- بكرات تدوير ،  
 ٥- قاعدة حاملة ، ٦- رأس ، ٨- عمود محور ، ٩ و ١٣- صناديق محور ،  
 ١٠- حلقة مانعة ، ١٢- غطاء ، ١٤ و ١٧- قوائم ، ١٥- محرك كهربائى ،  
 ١٦- لوح تحت المحرك الكهربائى

يلتصق باحكام على سطحه الداخلى تحت تأثير القوة الطاردة المركزية .  
 ويجرى صب كراسى التحميل بالطرد المركزى باستخدام  
 جهاز يركب فى ظرف مكينة الخراطة او فى مكينة نقالة . وعند الصب  
 فى الجهاز (الشكل ١٣٧ ، أ) يقام بتسخين الحاضن ١ الى ٢٠٠ -



٢٦٠ م وضغطه بين القرصين ٢ وبعد ذلك تشغل المكنة وتسكب الكمية اللازمة من البابيت المصهور في القمع ٣ اثناء دوران عمود المحور .

وهذا الجهاز غير ملائم لانه يلزم حجز مكنة الخراطة التي يمكن استخدامها حسب غايتها المباشرة . وعلاوة على ذلك فانه يضطر الى صهر البابيت وصبه في كراسى التحميل في ورشة الخراطة حيث لا يكون هذا بالامكان احيانا كما يهدد بخطر عاملين على المكنات المجاورة .

وتزال هذه المضايقات المذكورة عند استعمال مكنة نقالة خاصة لصب كراسى التحميل بالبابيت بالطرد المركزى (الشكل ١٣٧ ، ب) . ويركب على القاعدة الملحومة ٥ للمكنة والمنجزة من قضبان حديدية بمقطع قناة القائمان ١٧ لهياكل كراسى التحميل ذات الكريات . ويكون عمود المحور ٨ للمكنة مجهزة من ماسورة سميكة الجدار بقطر ٧٦ مم . ويجلس على عمود المحور كرسي تحميل بكرات محشوران في صندوق المحور ٩ ، وبكرة تدوير ٧ بقناتين لسيور اسفينية المقطع ، وحلقة مانعة ١٠ ملحومة على عمود المحور . وهناك صمولة ملحومة بالداخل على نهاية عمود المحور ذات قلاووظ يشد فيها برغى طرد ذو الرأس ٦ المربع الشكل .

واما النهاية الثانية لعمود المحور (من جهة الحلقة المانعة) فهي مقلوطة ويركب عليها صندوق المحور ١٣ من الحديد الزهر ذو السطح الداخلى المقور على شكل مخروط . ويدخل فى صندوق المحور قرص الطرد وكرسى التحميل المائل للصب والموضوع مسبقا فى جلبة انتقالية من الحديد الزهر . ويوجد على طول الجلبة شق طولى .

وتتطابق مخروطية السطح الخارجى للجلبة مع مخروطية السطح الداخلى لصندوق المحور . ويكون السطح الداخلى للجلبة اسطوانيا ومطابقا للقطر الخارجى لكبرى التحميل .

ويغلق الصندوق الموضوع بداخله قرص الطرد وكراسى التحميل فى الجلبة الانتقالية بالغطاء ١٢ الذى يثبت ببراغى . وتوجد فى مركز الغطاء فتحة لتمرير ماسورة القمع ١١ التى تملأ من خلالها كراسى التحميل بالبابت المصهور ويكون القمع مع الماسورة الملحومة فيه مثبتا على القائم الدوار ١٤ ، الذى يثبت وضعه بتجهيزة زبركية بعد تركيب كراسى التحميل وتثبيت الغطاء وادخال الماسورة الخارجة من القمع فى فتحة الغطاء .

ويقع على القاعدة الحاملة ، تحت عمود محور المكنة اللوح ١٦ ، الذى يركب عليه المحرك الكهربائى ١٥ بقدرة ١,٧ كيلوواط وبسرعة دوران ١٤٢٠ دورة/دقيقة . ويوجد على القاعدة الحاملة برغى لتوصيل المكنة بشبكة التأريض . وتكون بكرة التدوير ٤ مجلسة على عمود دوران المحرك . ويتم نقل الحركة ( ١ : ٢ ) من بكرة المحرك الى البكرة على عمود محور المكنة بسيور اسفينية المقطع . وتغطى جميع الاجزاء الدوارة ما عدا صندوق المحور ١٣ ، بغلاف قابل للرفع . ولصب كراسى التحميل ذات الابعاد المختلفة توجد للمكنة عدة جلب انتقالية تطابق اقطارها الداخلية الاقطار الخارجية لكراسى التحميل . واما تجويف السطح الداخلى لصندوق المحور فهو معد لتركيب جلبة انتقالية لكراسى التحميل ذات القطر الاكبر . ويقوم بصب كبرى التحميل عامل واحد .

ويقام بادخال كبرى التحميل المعد للصب والمسخن فى الجلبة الانتقالية التى توضع مع كبرى التحميل فى صندوق المحور



الذى يوضع فيه مسبقا قرص الطرد . ويغلق صندوق المحور بغطاء  
يثبت باربعة براغى . وبعد ذلك يجرى ادخال ماسورة القمع الى  
جوف صندوق المحور ؛ ويثبت وضع القمع ببرغى ايقاف . ويسخن  
القمع والماسورة بشعلة جهاز تسخين بالغاز ، ويدار محرك المكنة  
ويبدأ الصندوق بالدوران مع الجلبة وكرسى التحميل . وتفتح ماسورة  
التفريغ للبوقة الكهربائية وتسكب الكمية اللازمة من البابيت المصهور  
فى القمع . وتترك المكنة تعمل لمدة ١٥ دقيقة ومن ثم توقف .  
وبانقضاء ٣٠ - ٤٠ دقيقة بعد ايقاف المكنة يثبت وضع الصندوق  
ببرغى الايقاف ويبعد القمع ويفتح غطاء الصندوق .

ويجرى ادخال مفتاح خاص من الجهة المعاكسة لعمود  
المحور ، يدار بواسطته البرغى ويضغط على قرص الطرد . وتخرج  
الحواضن مع الجلبة الانتقالية من الصندوق تحت ضغط القرص .  
ويحرر كرسى التحميل بسهولة من الجلبة الانتقالية وذلك بالضغط  
بشفرة المفك على القطاع الطولى للجلبة . ويجرى تبريد كرسى  
التحميل ، واما على المكنة فيقام بتركيب كرسى التحميل التالى الذى  
يعد اثناء دوران كرسى التحميل الاول فى المكنة . ويجب عند صب  
كراسى التحميل ارتداء قفازات من نسيج مشمع ونظارات واقية .

وتفحص نوعية الصب بعد تبريد كرسى التحميل . اذ يجب  
ان يكون لسطح البابيت لون فضى باهت . ويدل الاصفرار على زيادة  
تسخين كرسى التحميل ويجب اعادة صبه . ويجب عند الطرق  
بالشاكوش ان يصدر عن كرسى التحميل صوت معدنى صاف  
(بلا ارتجاج) . وعند استخدام طريقة صب الحواضن بالطرد المركزى  
ينخفض استهلاك البابيت بمقدار ٨ - ١٠ ٪ ومصاريف العمل بمقدار  
٣٠ ٪ ، وعلاوة على ذلك ترتفع نوعية الصب لدرجة كبيرة بالمقارنة

مع صب البابيت يدويا . ولقد اوردت سرعة دوران كراسى التحميل عند صبها بالبابيت بطريقة الطرد المركزى فى الجدول رقم ٦ .

الجدول ٦

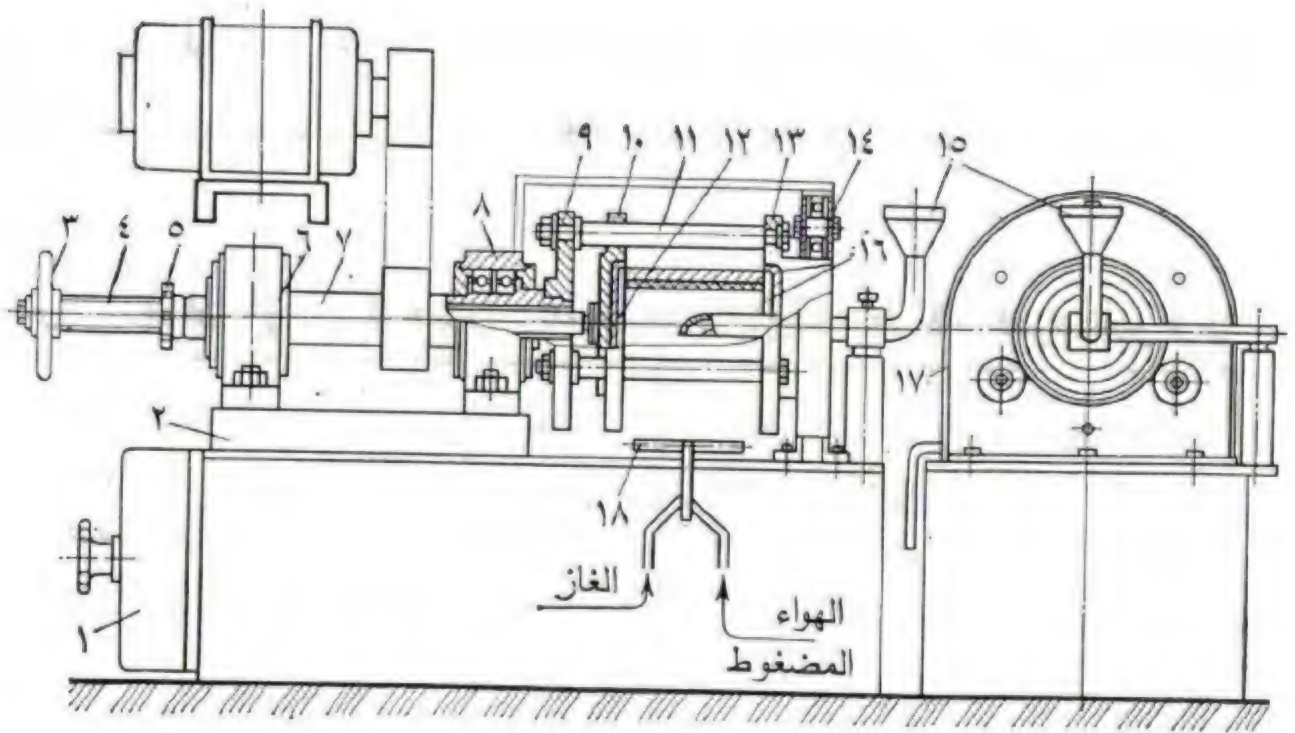
سرعة دوران كراسى التحميل عند صبها بالبابيت بطريقة الطرد المهركى

سرعة دوران كرسى التحميل، دورة/دقيقة	القطر الداخلى (المقدر) لكرسى التحميل، مم	سرعة دوران كرسى التحميل، دورة/دقيقة	القطر الداخلى (المقدر) لكرسى التحميل، مم
٨٥٠	٩٠	١٥٠٠	٣٠
٨١٠	١٠٠	١٢٥٠	٤٠
٧٧٠	١١٠	١١٥٠	٥٠
٧٤٠	١٢٠	١٠٥٠	٦٠
٧١٠	١٣٠	٩٥٠	٧٠
٦٨٠	١٤٠	٩٠٠	٨٠

ويجرى صب كراسى التحميل الانزلاقية فى مؤسسات الاصلاح الكهربائى المختصة ، التى تقوم سنويا باصلاح عدة آلاف من المكينات الكهربائية بالبابيت بواسطة مكينات صب ثابتة تشاهد تركيبها فى الشكل ١٣٨ .

يكون كرسى التحميل ٦ و ٨ اللذان يدور فيهما عمود المحور ٧ مركبين على القاعدة ٢ . وهناك ظرف مركب على الطرف الامامى لعمود المحور ويستخدم لتثبيت كرسى التحميل الجارى صبه ويتكون من ثلاث طبع (اقراص) : الخلفية ٩ المركبة على عمود المحور ٧ ، والامامية ١٣ المثبتة باحكام مع الخلفية بثلاث صبالم ١١ ، والوسطية ١٠ المركبة على هذه الصبالم . وبمقدور الطبعة الوسطى التنقل على طول الصبالم تحت تأثير ذراع الكبس ٤ المركب فى





الشكل ١٣٨ . مكنة ثابتة لصب كراسى التحميل الانزلاقية بالبابت بطريقة الطرد المركزي :

- ١ - مغير مقاومة ، ٢ - قاعدة ، ٣ - حدافة ، ٤ - ذراع كبس ، ٥ - صمولة
- ٦ و ٨ - كراسيا تحميل امامى وخلفى ، ٧ - عمود محور ، ٩ و ١٠
- ١٣ - طبع خلفية ووسطى وامامية ، ١١ - صيلمة مبادعة ، ١٢ و ١٦ - وردتان
- متغيرتان ، ١٤ - اطار قابل للفصل ، ١٥ - قمع السكب ، ١٧ - ركيذة
- ذات اسطوانات ، ١٨ - سخان يعمل على الغاز

تجوييف عمود المحور والمزود بالحدافة ٣ . وتوجد قلموطة داخلية للطرف الخلفى لعمود المحور . ويجرى دعم الطرف الامامى للطرف بثلاث ركائز ذات اسطوانات ١٧ (ويمكن استخدام كراسى تحميل ذات كريات) مركبة على الاطار ١٤ القابل للفصل . وتجرى ادارة عمود المحور للمكنة بواسطة محرك كهربائى عرضى بعدد دورات قابل للضبط (٦٠٠ - ١٤٠٠ دورة/دقيقة) بواسطة مغير المقاومة ١ .

وتعمل مكنة الصب على النحو التالى : يوضع كرسى التحميل

المعد للصب بين الطبعتين ١٣ و ١٠ بواسطة الوردتين ١٢ و ١٦

المتغيرتين ويثبت من الطرفين بطريقة تدوير ذراع الكبس ٤ .  
وتقى الصمولة القافلة ٥ ذراع الكبس من الانفلات اثناء عمل الممكنة .  
ويقام بعد تركيب وتثبيت كرسى التحميل فى الظرف ، بتشغيل  
الممكنة واكساب الظرف ادنى سرعة . ومن ثم يشغل سخان الغاز ١٨  
الذى يستخدم لتسخين كرسى التحميل قبل صبه الى درجة الحرارة  
المذكورة فى الجدول رقم ٥ . ويستخدم السخان هذا نفسه لتوصيل  
الهواء المضغوط عند تبريد كرسى التحميل بعد صبه . ويجرى مع  
التسخين فى آن واحد تنظيف السطح الداخلى لكبرى التحميل (اثناء  
الدوران) بفرشاة طويلة من الصلب .

ويجرى بعد تنظيف وتسخين كرسى التحميل اطفاء السخان  
وتهوية تجويف كرسى التحميل بالهواء المضغوط والمباشرة بصبه .  
ويقام لهذا الغرض بتركيب قمع السكب ١٥ فى وضع التشغيل (يكون  
القمع مبعدا الى جانب عادة) وضبط المحرك الكهربائى بواسطة مغير  
المقاومة على سرعة الدوران المطلوبة . وتحدد سرعة دوران الظرف  
تبعاً لمقاس كرسى التحميل . ولا يسمح بصب كراسى التحميل  
الباردة والمسخنة الى درجة غير كافية وذلك لتلافى انسلاخ البابيت  
عن الجدران .

ويجب انجاز الصب بتيار (سيل) المصهور المستمر . ويؤدى  
انقطاع التيار الى تسليخ الصب . ويجرى الصب بواسطة مغرفة صب  
خاصة مدرجة بتقسيمات تدل على حجم المعدن فى المغرفة .  
ومن الضرورى قبل ملء المغرفة تحريك البابيت الواقع فى  
البوتقة بواسطة جاروف خشبى وازالة الخبث عن سطحه . ويجب  
بعد الصب ان يستمر كرسى التحميل فى الدوران حتى تتصلب  
السيكة كليا ولكن ليس اقل من ٥ دقائق . وللتعجيل فى التبريد



واللحصول على تكوين افضل للبابيت يقام بتبريد كرسى التحميل  
بتيار هواء مضغوط يدخل فى السخان ١٨ . ويرفع كرسى التحميل  
عن الممكنة بعد تبريده كليا ويحرر من قطع التثبيت والاطواق  
وينظف من الحشوة الاسبستية وتفحص جودة الصب ، كما ذكر  
سابقا . فاذا لم يوجد هناك اى عيب كان ، يعرض كرسى التحميل  
للمعالجة بالخراطة ومن ثم بالبرادة .

ويقام بعد الصب فى كراسى التحميل ذات الحواضن المنفصلة  
بفصل الاخيرة عن بعضها البعض وتنظيف اماكن الانفصال وتركيب  
حشوات ضبط بين نصفى الحاضن من النحاس وبسمك كل ٨،٠ -  
١،٢ تسمح عند التشغيل اللاحق بتقليل الخلوص بين عمود الدوران  
والحاضن على قدر تاكل طبقة البابيت فى كرسى التحميل . ويثبت  
كلا النصفين مع الحشوات ببعضهما بطوق وبعد ذلك يخرط تجويف  
كرسى التحميل .

ومن ثم يجرى فتح قنوات التشحيم (توزيع الزيت) . وفى  
كرسى التحميل الانزلاقى الذى يعمل جيدا يقوم العمود «بالعوم»  
على الشحمة وبالنتيجة تتشكل بين العمود والحاضن طبقة رقيقة من  
الزيت تكون هى الاساس لعمل كرسى التحميل ، وذلك لانه عند  
وجود هذه الطبقة يتوقف احتكاك العمود بالحاضن ويحدث الانزلاق  
المتبادل فحسب بين جزيئات الزيت داخل طبقة الشحمة . وبما  
ان العمود يعوم على الشحمة فقد يكون الضغط على طبقة الشحمة  
كبيرا جدا ، ولذا يجب ان يكون كرسى التحميل بشكل لا يستطيع  
معه الزيت ان ينضغط من اسفل عنق المحور .

ومن وجهة النظر هذه فان قنوات توزيع الزيت المصلبة غير  
ملائمة وذلك لان الزيت سوف يتسرب بواسطتها من تحت العمود .

والقنوات الأكثر فعالية هي قنوات الزيت الطولية المارة فقط بتلك الأماكن (عادة من الجانب) ، التي يكون فيها ضغط العمود على الحاضن أدنى ما يكون . ويجب أن لا تصل القنوات إلى حافة الحاضن وأن لا تتصل بقنوات التقاط الزيت . وتحفر مثل هذه القنوات بواسطة ازميل حفر أو تفتح على مكينة الخراطة بتغذية قلم القطع مع العربة على طول قاعدة المكينة عند ثبات عمود المحور . ويمكن على مكينة الخراطة فتح قنوات لحلقة التزيت عند تجهيز حاضن جديد . ويوضع الحاضن باختلاف المركز مع خط محور الظرف وبعد ذلك تفتح قناة بقلم القطع . وتخرط قنوات التقاط الزيت على أطراف الحاضن بقلم القطع (عند التركيب الطبيعي للحاضن) .

وأما الأقنية الموزعة والملتقطة للزيت في كراسي التحميل التي يكون فيها قطر عنق العمود ٢٠ - ١٥٠ مم فتفتح بعرض ٣ - ٦ مم وبعمق ١,٥ - ٣ مم .

ويقام بعد خراطة كراسي التحميل وفتح قنوات توزيع والتقاط الزيت بكشط كراسي التحميل وفقا للعمود ، كما جاء في الباب الأول . ويقام في كراسي التحميل الانزلاقية المنفصلة بكشط الحاضنين العلوي والسفلي في البداية على انفراد ، ومن ثم كليهما معا مرة أخرى بعد توحيدهما ببعضهما البعض .

ويقام بانتهاء عمليات كشط وتركيب كراسي التحميل في مكانه بفحص وجود الخلوص المطلوب بين عنق المحور والسطح التشغيلي لكراسي التحميل بواسطة مقياس تحسس .

وفي الممكنات الكهربائية ذات سرعة الدوران الزائدة عن ١٠٠٠ دورة/دقيقة وذات كراسي التحميل الانزلاقية مع التزيت الحلقي



يجب ان تكون قيم الخلو ص المسموحة بها بين عنق العمود وكرسى  
التحميل بحدود : ٠,١٢ - ٠,١٧ مم عند قطر الاعمدة ٨٠ -  
١٢٠ مم ؛ ٠,١٥ - ٠,٢١ عند القطر ١٢٠ - ١٦٠ مم .

## البند ٤٤ . اصلاح ملفات المكنتات الكهربائية

معلومات اساسية عن الملفات . لقد وردت في هذا الفصل  
معلومات عن الملفات وعن طرق الاصلاحها فقط بنفس القدر  
الذى يجب على الميكانيكى الكهربائى ان يعرف عنها ، وذلك  
لانجاز عمليات البرادة الكهربائية لاصلاح المكنتات الكهربائية  
بكفاءة .

ويتركب ملف المكنة الكهربائية من لفات وشائع ومجموعات

وشائعية .

ويدعى باللفة سلكان موصولان ببعضهما على التوالى وواقعان  
نحت قطبين متجاورين مختلفين . ويحدد العدد اللازم (العام)  
اللفات الملف بالفلطية المقدرة للمكنة واما مساحة مقطع الاسلاك  
فتحدد بتيار المكنة . وقد تتكون اللفة من عدة اسلاك متوازية .  
الوشيعية هي عبارة عن عدة لفات موصولة ببعضها على التوالى  
وممددة حسب اطرافها الملائمة فى شقين . وتدعى اجزاء الوشيعية  
الممددة فى شقوق القلب بالاجزاء الشقية او الفعالة واما الواقعة خارج  
الشقوق فتدعى بالاجزاء الجبهية .

ويدعى بخطوة الوشيعية عدد التقسيمات الشقية المحصورة بين  
مراكز الشقوق التى تمدد فيها اطراف اللفة والوشيعية . وقد تكون خطوة  
الوشيعية قطرية او مقصرة . وتدعى بالقطرية خطوة الوشيعية التى تعادل

تقسيمه القطب واما المقصرة فهي خطوة الوشيعه التى تقل بعض  
الشئ عن الخطوة القطرية .

والمجموعات الوشائعية هى عبارة عن عدة وشائع موصولة على  
التوالى لطور واحد ، وتقع اطرافها تحت قطبين متجاورين .  
والملف هو عبارة عن عدة مجموعات وشائعية ممددة فى  
شقوق وموصولة حسب مخطط معين .

ان احد الدلائل المميزة لملف الممكنة الكهربائية العاملة بالتيار  
المتردد هو عدد الشقوق للقطب والطور ( $q$ ) الذى يبين كم طرف  
وشائعى لكل طور يعود لقطب واحد من الملف . وبما ان الاطراف  
الوشائعية للطور الواحد والواقعة تحت قطبين متجاورين للملف تشكل  
مجموعة وشائعية فان العدد ( $q$ ) يدل على كمية الوشائع التى تتكون منها  
المجموعات الوشائعية لهذا الملف .

وتقسم ملفات الممكنات الكهربائية الى انشوطية وموجية  
ومركبة . وقد تكون ملفات الممكنات الكهربائية حسب ملء الشقوق  
احادية او ثنائية الطبقة على حد سواء . وفى حالة الملف احادى  
الطبقة يحتل طرف الوشيعه كل الشق بعمقه (بارتفاعه) ، وفى حالة  
الملف ثنائى الطبقة ينشغل نصف الشق فقط ، واما النصف الآخر  
من هذا الشق فيملأه الطرف المناسب لوشيعه اخرى .

وتتوقف طرق وضع الملفات فى الشقوق على شكل الاخيرة .  
وقد تكون شقوق الاعضاء الساكنة والدوارة واعضاء الانتاج للممكنات  
الكهربائية حسب الانواع التالية :

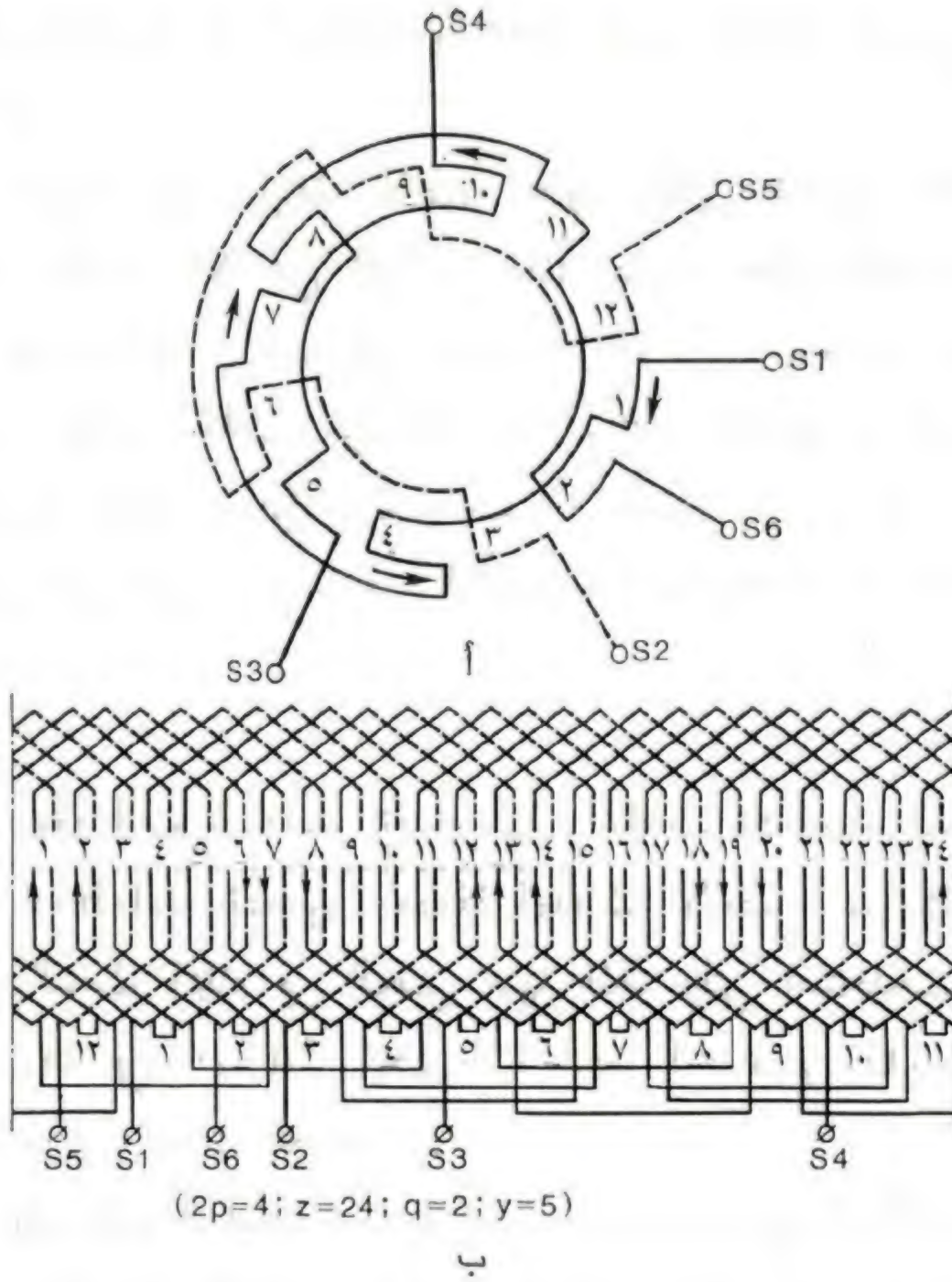
المغلقة - التى يجرى ادخال اسلاك الوشيعه فيها من طرف  
القلب ، النصف مغلقة - التى توضع فيها اسلاك الوشيعه ، كل على  
حدة ، خلال الفتحة الضيقة للشق ، النصف مفتوحة - التى توضع



(«تسقط») فيها وشائع جسيئة مقسمة الى وشيعتين فى كل طبقة ،  
والمفتوحة - التى توضع فيها وشائع جسيئة .

ويقام فى الممكنات ذات التصاميم القديمة بتثبيت الملفات  
فى الشقوق بواسطة اسافين من الخشب واما فى الممكنات الحديثة -  
فبواسطة اسافين من مختلف المواد الصلبة العازلة او بضمادات .  
وقد ظهرت مختلف اشكال الشقوق للممكنات الكهربائية فى الشكل ٩٨ .  
وتنجز ملفات الممكنات الكهربائية طبقا للرسم الذى تظهر  
عليه مخططاتها بشكل اصطلاحى ، وهى عبارة عن شكل تخطيطى  
لمفرد محيط دائرة العضو الساكن او العضو الدوار او عضو  
الانتاج . وتدعى المخططات كهذه بالمفردة . ويمكن استخدام  
هذه المخططات لاطهار ملفات جميع انواع الممكنات الكهربائية  
سواء العاملة بالتيار المستمر او المتردد ، غير انه غالبا ما تستخدم  
فى الآونة الاخيرة فى الممارسة العملية للاصلاح مخططات جانبية  
تتميز ببساطة تصميمها وبوضوحها الاكثر وذلك لاطهار مخططات  
الملفات ثنائية الطبقة للاعضاء الساكنة للممكنات الكهربائية العاملة  
بالتيار المتردد . ويشاهد فى الشكل ١٣٩ ، أ مخطط جانبى لملف  
ثنائى الطبقة للعضو الساكن فى المكنة رباعية الاقطاب واما فى  
الشكل ١٣٩ ، ب فيشاهد المخطط المفرد المطابق لهذا  
الملف .

وترسم مخططات الملفات عادة فى مسقط واحد . ولسهولة  
تمييز موقع الشوائع فى شقوق القلب ترسم فى مخططات الملفات  
ثنائية الطبقة اطراف الملفات فى الجزء الشقى بخطين متجاورين -  
مستمر ومتقطع (بشرطة ونقطة) ، ويرمز الخط المستمر الى طرف  
الوشية الممددة فى الجزء العلوى من الشق واما الخط المتقطع



الشكل ١٣٩ . مخططات الملف ثلاثي الاطوار ثنائي الطبقة :  
أ - مخطط جانبي ، ب - مخطط مفرد

فيرمز الى الطرف السفلي للوشية الممددة في قاع الشق . ويشار في  
اماكن قطع الخطوط الرأسية الى ارقام شقوق القلب . وترسم الطبقتان  
السفلى والعليا للاجزاء الجبهية بخطوط متقطعة ومستمرة على التوالي .  
واما السهام الموضوعة في بعض المخططات على عناصر الملف  
فتدل على اتجاه القوة الدافعة الكهربائية او التيارات في عناصر



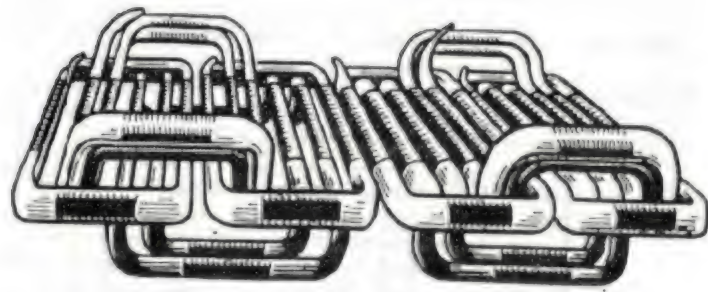
الملف المناسبة في لحظة زمنية معينة (نفس اللحظة لجميع اطوار الملف) .

ويرمز الى بدايات الاطوار الاول والثاني والثالث كالتالى :  
 $S1$  و  $S2$  و  $S3$  على التوالي ، واما نهايات هذه الاطوار فيرمز اليها  $S4$  و  $S5$  و  $S6$  على التوالي . ويشار في المخطط الى نوع الملف وتعطى كذلك مواصفاته :  $z$  - عدد الشقوق ،  $2p$  - عدد الاقطاب ،  $y$  - خطوة الملف حسب الشقوق ،  $a$  - عدد الفروع المتوازية في الطور ،  $m$  - عدد الاطوار ،  $\gamma$  (نجمة) او  $\Delta$  (مثلث) - طرق توصيل الاطوار .

مخططات الملفات وتصاميمها . ملفات الاعضاء الساكنة .  
توجد مخططات وتصاميم مختلفة لملفات الاعضاء الساكنة . وقد جرى البحث ادناه في البعض منها فقط والتي استخدمت اكثر من غيرها في الممكنات الكهربائية ذات التصاميم القديمة والتي تستخدم في الوقت الحاضر .

وتستخدم الملفات احادية الطبقة المستعملة في الممكنات ذات التصاميم القديمة بشكل واسع في الممكنات الحديثة بفضل تكنولوجيتها العالية التي تسمح باجراء لف الملفات بالطريقة الممكنة - على ممكنات لف خاصة . والعدد العام لوشائع الملف احادى الطبقة يعادل العدد النصفى لشقوق العضو الساكن وذلك لكون احد طرفى الوشيعة يحتل الشق باكماله وبالتالي يحتل طرفا الوشيعة شقين .

وتوجد للوشائع احادية الطبقة اشكال مختلفة واما الاجزاء الجبهية لمجموعة وشائعية واحدة فلها شكل واحد ولكن قياساتها تكون مختلفة . وينبغى لتمديد الملف في شقوق قلب العضو الساكن



الشكل ١٤٠ . توزيع الاجزاء الجبهية لملف احادى الطبقة

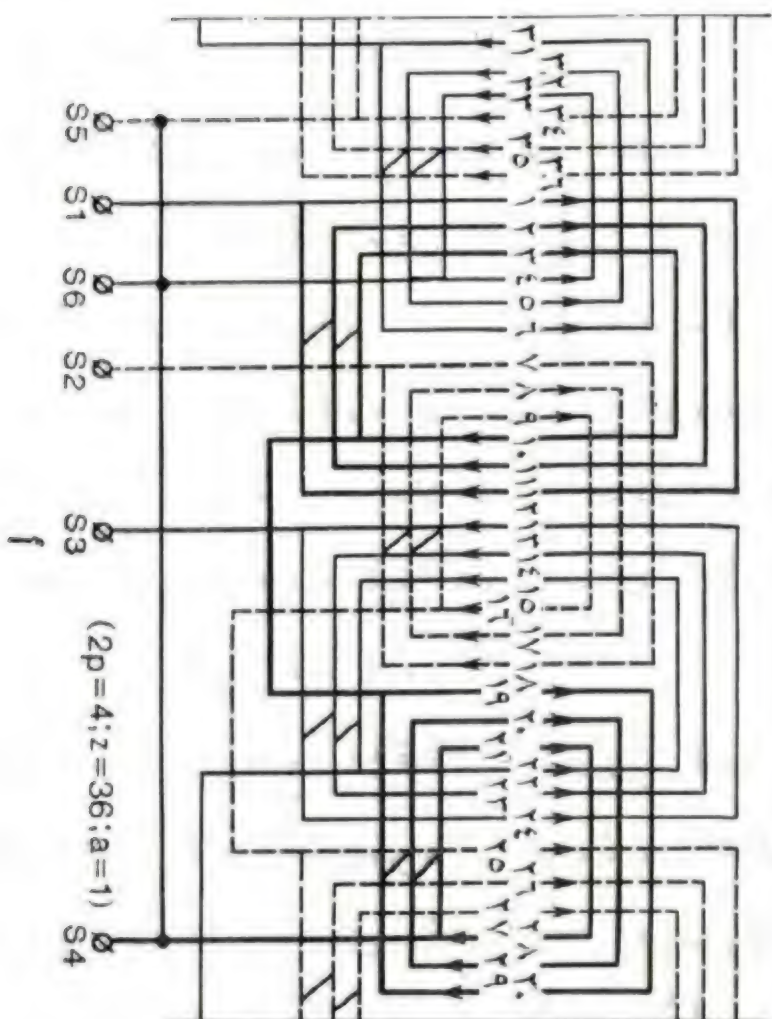
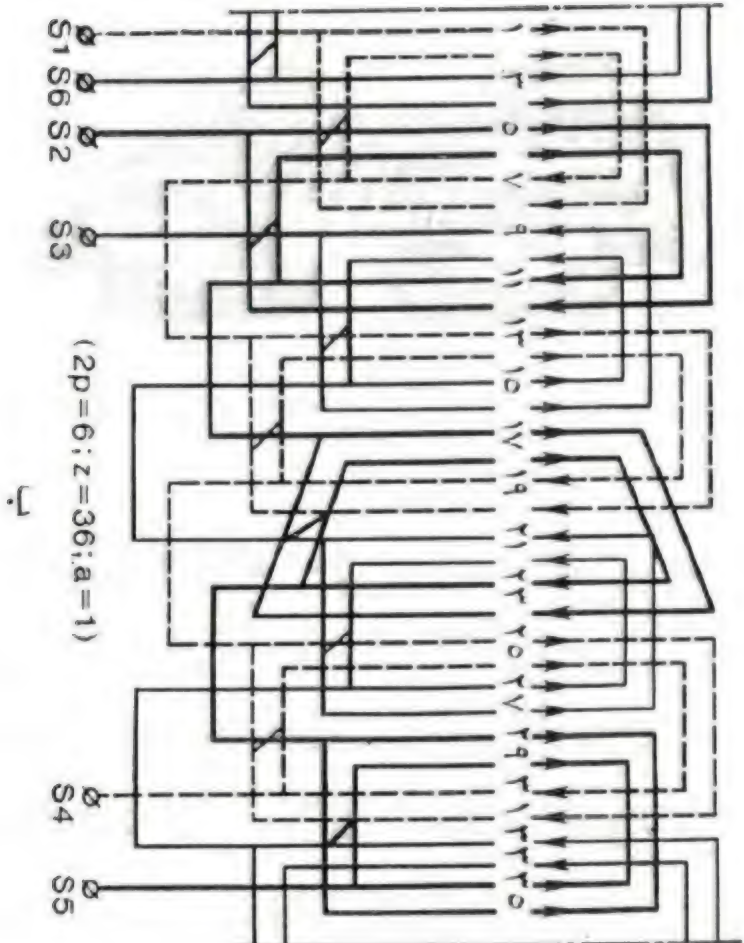
توزيع الاجزاء الجبهية للوشائع على محيط الدائرة بصفيين او بثلاثة صفوف (الشكل ١٤٠) .

ومن الملفات احادية الطبقة تكون الملفات المتحدة بالمركز ثنائية وثلاثية المستويات هي الاكثر انتشارا . وتدعى هذه الملفات بالمتحدة بالمركز بسبب الموقع المتحد بالمركز لوشائع المجموعة الوشائية وبثنائية وثلاثية المستويات بسبب طريقة توزيع الاجزاء الجبهية للملف في مستويين او ثلاثة مستويات .

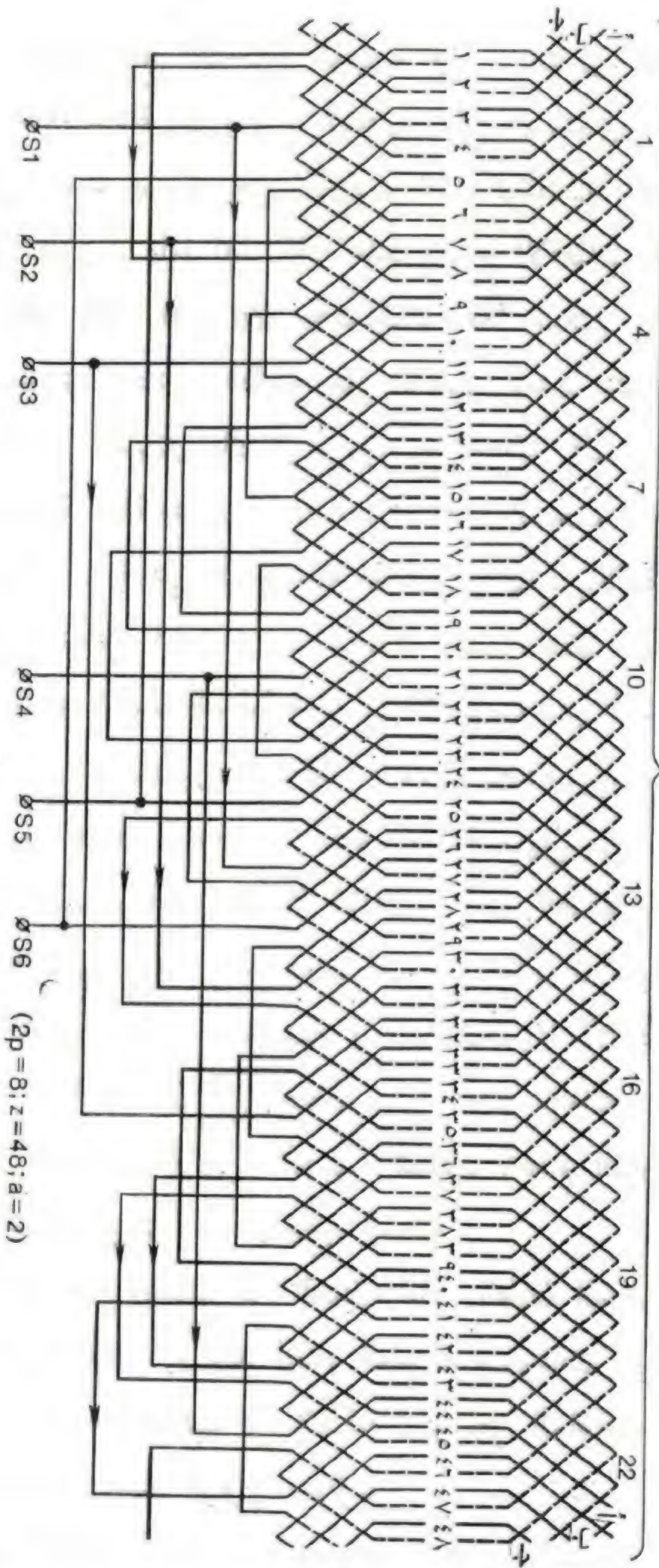
ويشاهد في الشكل ١٤١ ، أ مخطط ملف العضو الساكن ثلاثى الاطوار ، احادى الطبقة ثنائى المستوى المتحد بالمركز . وتوجد على خطوط الشقوق سهام تدل على اتجاه القوة الدافعة الكهربائية والتيار فى كل شق تبعا لموقعه تحت الاقطاب فى المجال المغناطيسى للملف فى لحظة زمنية معينة . ويعادل فى الملف احادى الطبقة ثلاثى الاطوار عدد المجموعات الوشائية للملف باكملة  $3p$  -  $p$  عدد المجموعات فى كل طور) .

واذا كان عدد ازواج الاقطاب للعضو الساكن زوجيا  $(2p = 4, 8, 12)$  يكون عدد المجموعات الوشائية كذلك زوجيا ، وبالامكان تقسيمها بالتساوى الى نوعين : مجموعات وشائية صغرى - حيث تقع الاجزاء الجبهية فى المستوى الاول ، ومجموعات





## أرقام مجموعات وشائع الطور الأول



الشكل ١٤١. مخططات ملفات الاعضاء الساكنة للمكونات الكهربائية :

- أ- ملف متحد بالمرکز ثنائي المستوى احادي الطبقة ، ب - ملف ثنائي المستوى احادي الطبقة وشائعة انتقالية ،
- ج - ملف انشوطي ثنائي الطبقة



وشائعية كبرى— حيث تقع الاجزاء الجبهية فى المستوى الثانى .  
ومن الجائز فى هذه الحالة ان يوزع الملف ثنائى المستوى باكملة  
على ثلاثة اطوار بعدد متساو من المجموعات الوشائعية الصغرى  
والكبرى فى كل طور . واما اذا كان عدد ازواج الاقطاب للعضو  
الساكن فرديا ( $2p = 6, 10, 14$  وهلمجرا) فلا يمكن توزيع  
الملف ثنائى المستوى احدى الطبقة على الاطوار بعدد متساو من  
المجموعات الوشائعية الكبرى والصغرى وتصبح احدى المجموعات  
الوشائعية باجزاء جبهية مائلة وذلك لكون انصاف هذه المجموعة موزعة  
فى مستويات مختلفة . وتدعى المجموعة الوشائعية كهذه بالانتقالية .

ويشاهد فى الشكل ١٤١ ، ب مخطط ملف العضو الساكن  
ثنائى المستوى احدى الطبقة للمكنة سداسية الاقطاب ذى المجموعة  
الوشائعية الانتقالية . ان تجهيز الملفات احادية الطبقة بوشائع لينة  
من اسلاك مستديرة المقطع وباجزاء جبهية انتقالية سهل من الناحية  
التكنولوجية . واما لف الوشائع الجسيئة لملف احدى الطبقة باسلاك  
مستطيلة المقطع فيكون مرتبطا بعدة صعوبات : باستعمال شبلونات  
خاصة وبصعوبة تشكيل الاجزاء الجبهية لوشائع المجموعة الانتقالية .  
واذا استخدم مثل هذا الملف فى العضو الدوار فان موازنته تصعب  
نتيجة للكتلة الغير متساوية للاجزاء الجبهية للملف (عدم التوازن) ،  
واما وجود عدم التوازن فيؤدى الى ارتجاج المكنة .

ويعادل العدد العام للوشائع فى الملف ثنائى الطبقة العدد الكلى  
لشقوق قلب العضو الساكن ، واما العدد العام للمجموعات الوشائعية  
فى الطور فيعادل عدد الاقطاب فى المكنة . وتنجز الملفات ثنائية  
الطبقة بفرع واحد او بعدة فروع متوازية .

ويشاهد فى الشكل ١٤١ ، ج مخطط الملف الانشوطى ثنائى

الطبقة المنجز بفرعين متوازيين ( $a=2$ ) مع الوشائع بتنفيذ احادى اللفة . وتنعدم فيه القناطر الاضافية ما بين الوشائع ، لكون الوصلات ما بين الوشائع منجزة بالاجزاء الجبهية مباشرة .

وتتركز كل المجموعات الوشائية الداخلة فى اى فرع متواز على جزء واحد من محيط دائرة العضو الساكن ، ولذا تدعى الطريقة هذه لتشكيل الفروع المتوازية بالطريقة المركزة ، خلافا للطريقة الموزعة ، التى تتوزع عندها كل المجموعات الوشائية لكل فرع متواز على طول محيط دائرة العضو الساكن . ولانجاز توصيلة متوازية بالطريقة الموزعة ، من الضرورى توصيل المجموعات الوشائية الفردية ( ١ و ٧ و ١٣ و ١٩ ) للمخطط على التوالى بالفرع المتوازي الاول للطور الاول ، والمجموعات الوشائية الزوجية ( ٤ و ١٠ و ١٦ و ٢٢ ) لهذا المخطط بالفرع المتوازي الثانى . ويحدد العدد المحتمل للفروع المتوازية فى الملف الانشوطى ثنائى الطبقة ذى العدد الصحيح للشقوق لكل قطب و طور بنسبة عدد ازواج الاقطاب الى عدد الفروع المتوازية المساوى لعدد صحيح ( $2p/a =$  عدد صحيح) .

والمزية الاساسية للملفات ثنائية الطبقة بالمقارنة مع الملفات احادية الطبقة هى امكانية تقصير خطوة الملف ، الأمر الذى يساعد على تحسين مواصفات الممكنة الكهربائية .

ملفات الاعضاء الدوارة . تنجز الاعضاء الدوارة للمكنات الكهربائية اللاتزامنية بملف مقصر او طورى .

وقد كانت الملفات المقصرة للمكنات الكهربائية ذات التصميم القديمة تنجز على شكل «قفص السنجاب» الذى يتكون من قضبان نحاسية كانت نهاياتها تلحم فى الثقوب المنجزة فى الحلقات

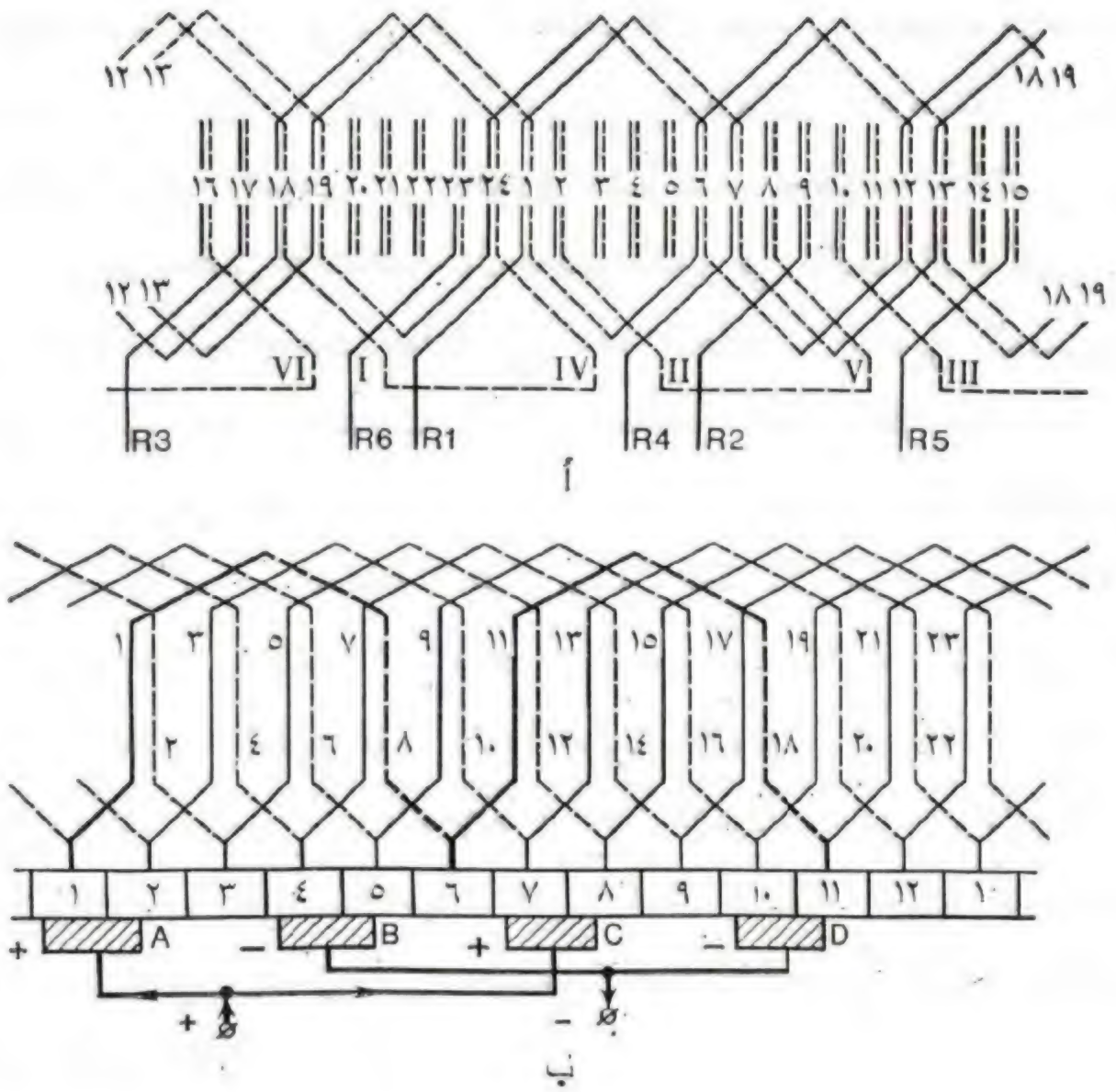


النحاسية المقصورة (انظر الشكل ٩٧ ، أ) . وتشكل الملفات المقصورة للعضو الدوار فى الممكنات الكهربائية اللاتزامنية الحديثة ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط بطريقة سكب شقوق العضو الدوار بمصهور الالومنيوم .

وتستخدم فى الاعضاء الدوارة الطورية للمحركات الكهربائية اللاتزامنية على الاغلب ملفات ثنائية الطبقة موجية او انشوطية . والملفات الموجية هى الاكثر انتشارا ، وتنحصر افضليتها الاساسية فى العدد الادنى للتوصيلات ما بين المجموعات .

ويكون العنصر الاساسى للملف الموجى عادة هو القضيب . ويتم انجاز الملف الموجى ثنائى الطبقة بادخال قضيبين فى كل شق مغلق او نصف مغلق من طرف العضو الدوار . ويشاهد فى الشكل ١٤٢ ، أ مخطط الملف الموجى للعضو الدوار رباعى الاقطاب ، الذى يوجد فيه ٢٤ شقا . ويوضع فى كل شق للملف قضيبان بحيث توصل قضبان الطبقتين العليا والسفلى معا باللحام القصدى مع استعمال اطواق صغيرة تلبس على نهايات القضبان .

وتعادل خطوة الملف من الطراز الموجى عدد الشقوق مقسوما على عدد الاقطاب . وتكون خطوة الملف فى المخطط المبين فى الشكل ١٤٢ ، أ حسب الشقوق هى  $y = 24 : 4 = 6$  . وهذا يعنى ان القضيب العلوى للشق ١ يتصل مع القضيب السفلى للشق ٧ ، الذى يتصل بدوره عندما تكون خطوة الملف تعادل ستة مع القضيب العلوى للشق ١٣ والسفلى للشق ١٩ . ولمتابعة الملف بخطوة تعادل ستة ينبغى توصيل القضيب السفلى للشق ١٩ بالقضيب العلوى للشق ١ ، اى القيام بتقصير دائرة الملف . وهذا امر غير مسموح به . ولتلافى تقصير دائرة الملف عند الاقتراب من الشق الذى بدأ منه



الشكل ١٤٢ . ملفات موجية :  
أ - للعضو الدوار ، ب - للعضو الانتاج

الملف يجرى تقصير او تطويل خطوة الملف بمقدار شق واحد .  
وتدعى الملفات الموجية المنجزة باختصار الخطوة لشق واحد بملفات  
ذات انتقالات مقصرة واما تلك المنجزة بزيادة الخطوة لشق واحد  
بملفات ذات انتقالات مطولة .

ويعادل عدد الشقوق  $q$  لكل قطب وطور في مخطط الملف  
اثنين ولذا يجب القيام بالتفاوتين حول العضو الدوار ، واما لتكوين  
ملف رباعى الاقطاب فتتقص الوصلات من الجهة المعاكسة للعضو  
الدوار ، التى يمكن الحصول عليها عند الدوران حوله ولكن فى



الاتجاه المعاكس . ويميز في الملفات الموجية بين الخطوة الامامية للملف من جهة الاطراف الخارجة (الحلقات التلامسية) وبين الخطوة الخلفية للملف من الجهة المعاكسة لحلقات التلامس . ويتم تحقيق الالتفاف حول العضو الدوار في الاتجاه المعاكس ، اى الانتقال الى خطوة خلفية في هذه الحالة ، بتوصيل القضيب السفلى للشق ١٨ بالقضيب السفلى المتأخر عنه بخطوة واحدة ، وينفذ فيما بعد التفافان حول العضو الدوار . ومع مواصلة الالتفاف حول العضو الدوار بخطوة خلفية يوصل القضيب السفلى للشق ١٢ بالقضيب العلوى للشق ٦ . وتجرى التوصيلات اللاحقة كما يلى : يوصل القضيب السفلى للشق ١ بالقضيب العلوى للشق ١٩ ، الذى يوصل (كما يبدو من المخطط) مع القضيب السفلى للشق ١٣ والاخير يوصل بدوره بالقضيب العلوى للشق ٧ . واما النهاية الاخرى للقضيب العلوى للشق ٧ فتخصص للطرف الخارج مكونة بذلك نهاية الطور الاول :

ويجرى على الاغلب توصيل ملفات الاعضاء الدوارة الطورية للمحركات اللاتزامنية حسب مخطط «نجمة» مع اخراج النهايات الثلاث للملف نحو حلقات التلامس . وترمز للاطراف الخارجة لنهايات ملف العضو الدوار بالاحرف  $P1$  من الطور الاول و  $P2$  من الطور الثانى و  $P3$  من الطور الثالث ، واما نهايات اطوار الملف فيرمز اليها بالاحرف  $P4$  و  $P5$  و  $P6$  على التوالى وترمز الى القناطر التى توصل بدايات ونهايات اطوار ملف العضو الدوار بالارقام الرومانية ، فمثلا ترمز للقنطرة الموصلة للبداية  $P1$  بالنهاية  $P4$  فى الطور الاول بالارقام I—IV وفى الطور الثانى  $P2$  و  $P5$  بالارقام II—V وفى الطور الثالث  $P3$  و  $P6$  بالارقام III—VI .

ملفات اعضاء الانتاج . ينجز الملف الموجي البسيط لعضو

الانتاج (الشكل ١٤٢ ، ب) بتوصيل نهايات الاطراف الخارجة للوحدات مع شريحتين من شرائح عضو التوحيد AC و BD واللتين تحدد المسافة بينهما بضعف تقسيمة القطب (2τ) . وعند انجاز الملف توصل نهاية الوحدة الاخيرة للالتفاف الاول مع بداية الوحدة المجاورة لتلك التي كان الالتفاف قد بدأ من عندها وهكذا تستمر الالتفافات حول عضو الانتاج وعضو التوحيد الى ان تصبح جميع الشقوق مملوءة (مشغولة) والى ان ينقل الملف .

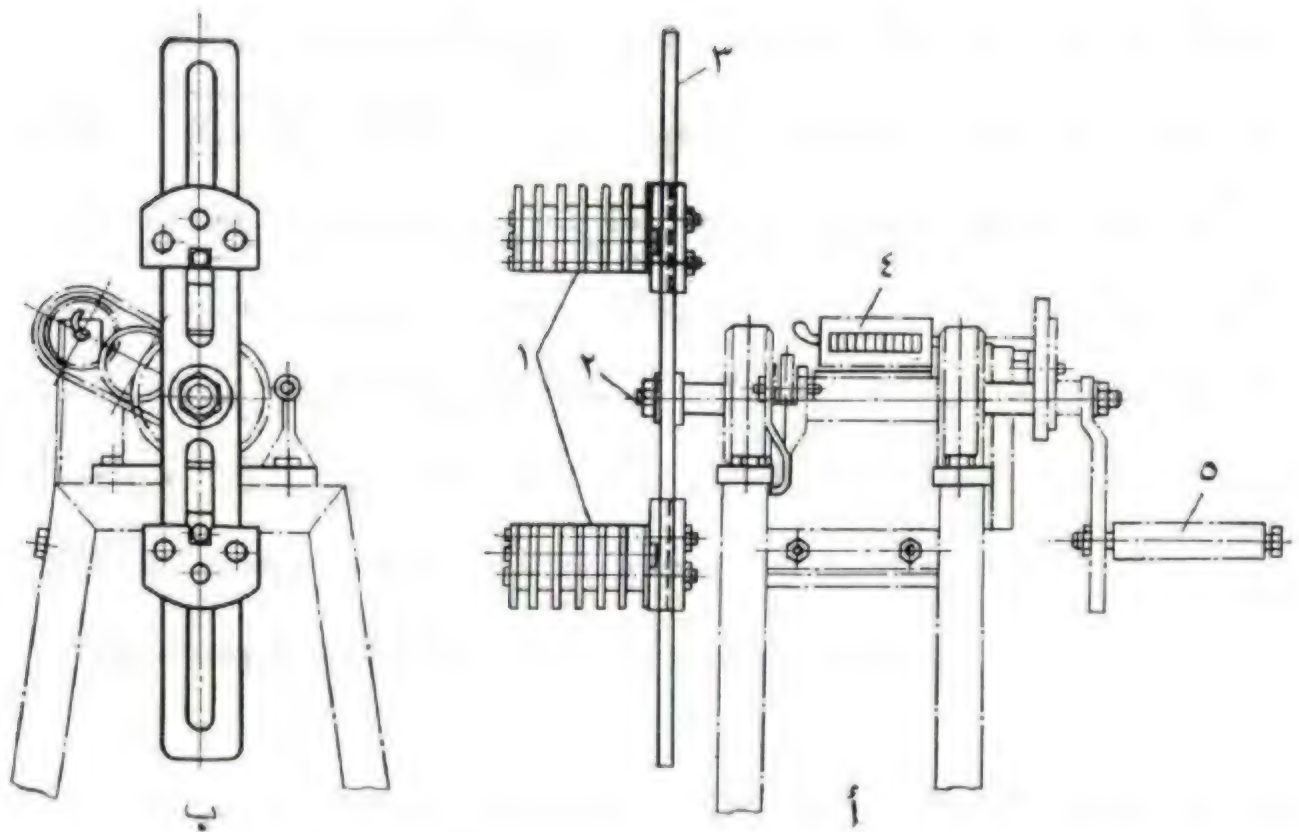
تكنولوجيا اصلاح الملفات . لقد دلت خبرة السنوات العديدة

فى تشغيل المكنات الكهربائية المرممة مع ملفاتها المستبدلة جزئيا بان هذه المكنات تتعطل ، كقاعدة ، بعد فترة غير مديدة . ويعود هذا الى عدة اسباب منها الاخلال عند الاصلاح بسلامة عازل الجزء الغير متضرر من الملف وكذلك عدم تطابق نوعية ومدة خدمة عازل الجزئين الجديد والقديم للملفات . ومن المناسب جدا عند اصلاح المكنات الكهربائية ذات الملفات المتضررة استبدال الملف بكامله مع الاستعمال الكلى او الجزئى لاسلاكه . ولذا يرد فى هذا الفصل وصف للاصلاحات التى يجرى عندها استبدال الملفات المتضررة للاعضاء الساكنة والاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج كليا باخرى جهزت من جديد فى مؤسسة الاصلاح .

اصلاح ملفات الاعضاء الساكنة . يبدأ تجهيز ملف العضو

الساكن بتحضير بعض الوشائع على شبلونة . وللاختيار الصحيح لمقاس الشبلونة من الضرورى معرفة القياسات الاساسية للوشائع وبشكل رئيسى





الشكل ١٤٣ . مكنة لف وشائع ملفات الاعضاء الساكنة باليد :  
 أ - منظر عام ، ب - منظر من جانب الشبلونة ؛ ١ - قوالب الشبلونة ، ٢ - عمود دوران ، ٣ - قرص ، ٤ - عداد الدورات ، ٥ - مقبض

قياسات جزئها المستقيم والجبهى . ومن الممكن تحديد قياسات وشائع ملفات المكنت الجارى اصلاحها باخذ قياسات الملف القديم .

وتلف وشائع الملفات المسقطة (التي تنزل الى الشقوق) للاعضاء الساكنة على شبلونات بسيطة او جامعة الاغراض بوسيلة ادارة يدوية او ميكانيكية . ويقام عند الملف اليدوى للوشائع على الشبلونة البسيطة بمساعدة كلا القالبين ١ (الشكل ١٤٣ ، أ ، ب) الى مسافة تحدد بقياسات الملف وتثبيتهما فى تقاوير القرص ٣ المجلس على عمود الدوران ٢ . ومن ثم تثبت احدى نهايتى سلك الملف على الشبلونة ويجرى لف العدد اللازم من لفات الوشيعة بتدوير المقبض ٥ .

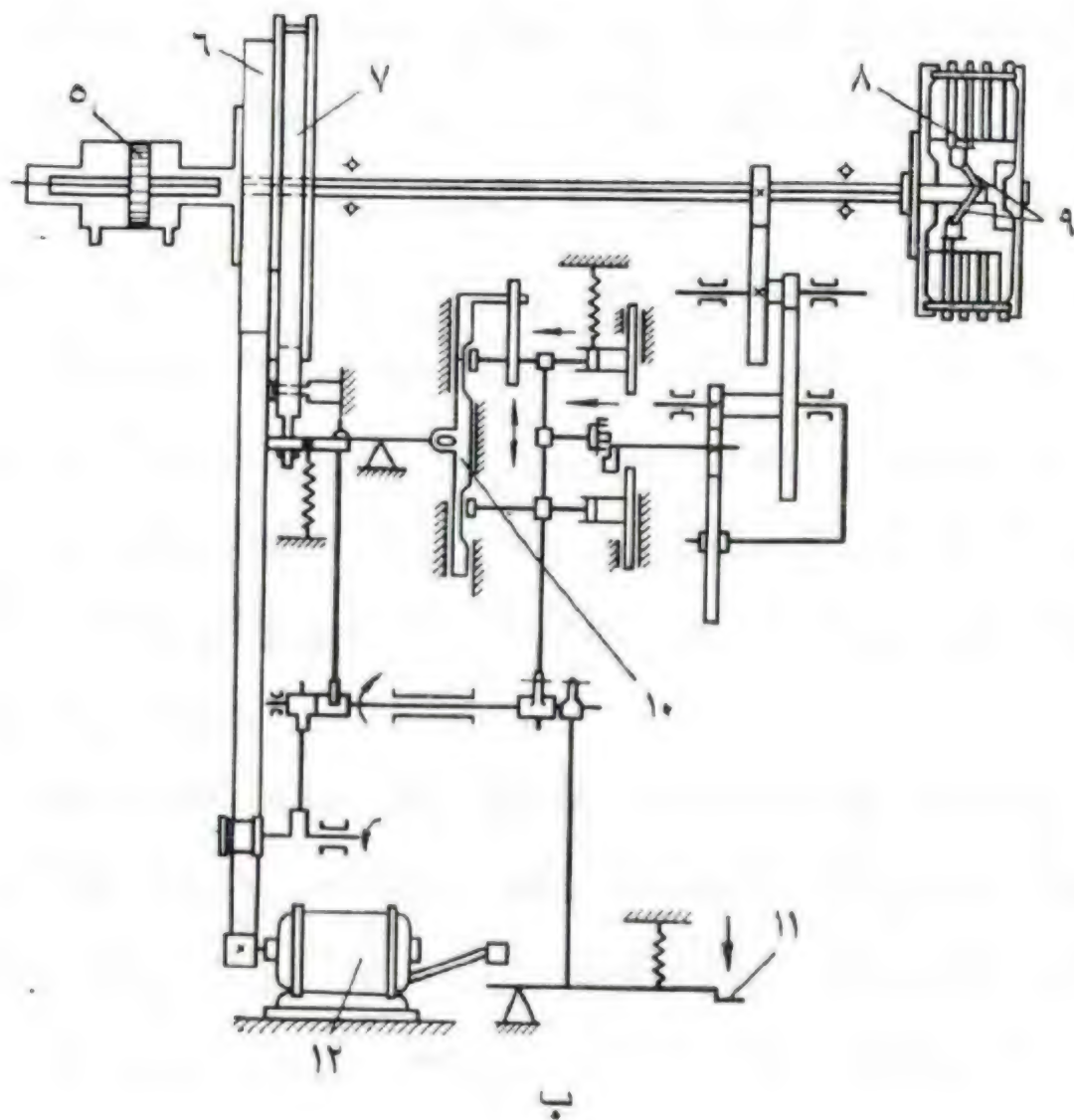
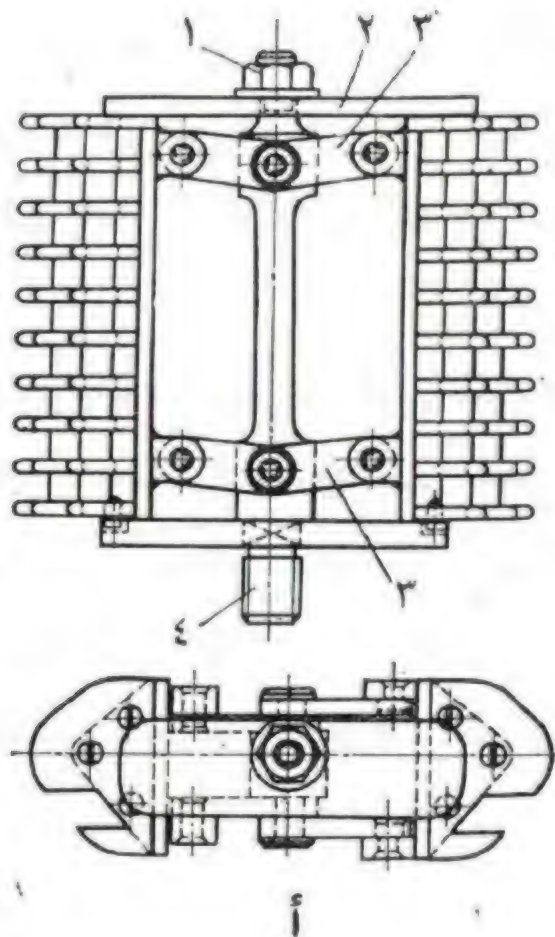
ويبين العداد ٤ المركب على اطار المكنة والموصول بعمود الدوران ٢ عدد اللفات في الوشاعة التي تم لفها . ويقام بعد الانتهاء من لف وشاعة واحدة بنقل السلك الى التقوير المجاور للشبلونة ولف الوشاعة التالية .

ويتطلب اللف اليدوي للوشاعة على الشبلونة البسيطة بذل جهد ووقت كبيرين ولتعجيل عملية اللف وكذلك التقليل من كمية اللحامات والوصلات يستخدم اللف الممكن للوشائع على مكينات ذات شبلونات خاصة بمفصلات (الشكل ١٤٤ ، أ) تسمح بلف جميع الوشائع العائدة لمجموعة وشائعية واحدة او للطور كله على التوالي . ويشاهد المخطط الحركي (الكينيتيكي) لمكنة اللف الممكن للوشائع في الشكل ١٤٤ ، ب .

وللقيام بلف مجموعة وشائعية على الشبلونة ذات المفصلة مع وسيلة الادارة الميكانيكية يجرى ادخال طرف السلك في الشبلونة ٨ ومن ثم تدار المكنة . وتتوقف المكنة تلقائيا بعد ان تلف العدد المطلوب من اللفات . ولنزع المجموعة الوشائعية الملفوفة فان المكنة مزودة بالاسطوانة ٥ العاملة بالهواء المضغوط والتي تؤثر على آلية المفصلة ٩ للشبلونة بتيار السحب المار بداخل عمود الدوران المفرغ . وتنزاح في هذه الحالة رؤوس الشبلونة الى المركز وتنزع المجموعة الوشائعية المتحررة بسهولة عن الشبلونة . وتمدد المجموعة الوشائعية الجاهزة في الشقوق .

ويجب قبل البدء بلف الوشائع او مجموعاتهما الاطلاع بدقة على مذكرة ايضاح حسابات اللف للمكينات الكهربائية الجارية اصلاحها والتي يشار فيها الى : قدرة المكنة الكهربائية والفلاطية المقدرة لها وسرعة دوران العضو الدوار ، طراز الملف وخصائصه





البنوية ، عدد اللفات فى الوشعة وعدد الاسلاك فى كل لفة ،  
ماركة سلك اللف وقطره ، خطوة الملف ، عدد الفروع المتوازية فى  
الطور ، عدد الوشائع فى المجموعة ، نظام تناوب الوشائع ، درجة  
العازل المستخدم حسب صموده للتسخين وكذلك الى مختلف  
المعلومات المتعلقة بينان الملف وطريقة تجهيزه .

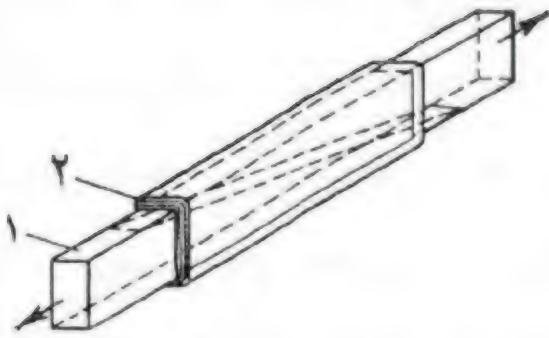
وغالبا ما يضطر عند اصلاح ملفات المحركات الى استبدال  
الاسلاك المفتقدة ذات الماركات والمقاطع المطلوبة بالاسلاك  
المتواجدة . وللاسباب هذه ، فان لف الوشعة بسلك واحد يستبدل  
باللف بسلكين متوازيين او اكثر بحيث يكون مجموع مقاطعها  
مكافئا للمقطع المطلوب . وعند استبدال اسلاك ملفات المحركات  
الكهربائية الجارى اصلاحها ، يقام مسبقا (قبل لف الوشائع)  
بمراجعة قيمة معامل ملء الشق الذى يجب ان يكون فى حدود  
 $0,7 - 0,75$  . واذا كان المعامل اكثر من  $0,75$  فسيصعب تمديد  
اسلاك الملف فى الشقوق واما اذا كان المعامل اقل من  $0,7$  فان  
الاسلاك لن تشغل الشق باحكام وكذلك لن تستخدم قدرة المحرك  
الكهربائى كليا .

وتمدد وشائع الملف ثنائى الطبقة فى شقوق القلب بمجموعات  
مثلما كانت ملفوفة على الشبلونة . وتوزع الاسلاك بطبقة واحدة

---

الشكل ١٤٤ . مكنة اللف الممكنة للمجموعات الوشائية لملفات الاعضاء الساكنة :  
أ - شبلونة ذات مفصلة للمكنة ، ب - مخطط حركى ؛ ١ - صمولة شد ، ٢ - شريحة  
مشبته ، ٣ - شريحة ذات مفصلة ، ٤ - جرن ، ٥ - اسطوانة تعمل بالهواء المضغوط ،  
٦ - ناقل الحركة ، ٧ - فرملة شريطية ، ٨ - شبلونة ، ٩ - آلية المفصلة للشبلونة ،  
١٠ - آلية تعشيق الفرملة الاوتوماتية للمكنة ، ١١ - دواصة تشغيل المكنة ، ١٢ -  
محرك كهربائى





الشكل ١٤٦ . طريقة تجهيز الاغلفة العازلة للمكونات الكهربائية ذات الشقوق المغلقة للقلب :  
١ - قالب ذكر من الصلب ،  
٢ - غلاف عازل

الشكل ١٤٥ . تمديد اسلاك وشيعة الملف المسقط في شقوق القلب

وتوضع اطراف الوشائع المتاخمة للشق (الشكل ١٤٥) ، واما الاطراف الاخرى لهذه الوشائع فلا توضع في الشق الى ان يتم وضع الاطراف السفلى للوشائع في كل الشقوق المشمولة بخطوة الملف . وتمدد الوشائع التالية باطرافها السفلى والعليا معا في آن واحد . وتوضع بين الاطراف العليا والسفلى للوشائع في الشقوق حشوات عازلة من الكرتون الكهربائي مقوسة على شكل قامطة ، واما الاجزاء الجبهية فتوضع بينها حشوات من قماش مورنش او صفائح من الكرتون ملصقة عليها قطع من قماش مورنش .

ويوصى قبل البدء بفك الملف ، عند اصلاح المكونات الكهربائية ذات التصاميم القديمة والشقوق المغلقة ، بأخذ معطيات الملف من الموديل القائم (قطر السلك وعدد الاسلاك في الشق بخطوة الملف حسب الشقوق وغيرها) ومن ثم عمل رسوم تخطيطية للاجزاء الجبهية ووضع علامات على شقوق العضو الساكن . وقد تبدو هذه المعطيات ضرورية عند ترميم الملف .

ويمتاز انجاز الملفات للمكنات الكهربائية ذات الشقوق المغلقة بجملة من الخصائص . ويقام بانجاز عازل الشق لمثل هذه المكنات على شكل اغلفة (ظروف) من الكرتون الكهربائي والقماش المورنش . ولتجهيز الاغلفة يقام مسبقا وحسب قياسات شقوق المكنة بانجاز قالب ذكر ١ من الصلب هو عبارة عن اسفينين متقابلين (الشكل ١٤٦) . وينبغي ان تكون قياسات القالب الذكر اقل من قياسات الشق بمقدار سمك الغلاف ٢ .

وتقص فيما بعد ، حسب قياسات الغلاف القديم قطع من الكرتون الكهربائي والقماش المورنش لطقم كامل من الاغلفة ويباشر بتجهيزها . ويسخن القالب الذكر الى ٨٠ - ١٠٠°م وتلف عليه القطع المشبعة بالورنيش باحكام . وتوضع مع الشد فوق القطع طبقة من شريط القماش القطنى بنصف تركيبة . وبانقضاء الوقت اللازم لتبريد القالب الذكر الى درجة حرارة الوسط المحيط ، يباعد ما بين الاسفينين وينزع الغلاف الجاهز . وتدخل الاغلفة قبل البدء باللف فى شقوق العضو الساكن ومن ثم يجرى ملؤها باسياخ من الصلب ينبغي ان يكون قطرها اكبر من قطر سلك اللف المعزول بمقدار ٠,٠٥ - ٠,١ مم .

وتقاس ومن ثم تقص القطعة اللازمة من السلك لللف وشيعة واحدة من ربطة سلك اللف . وعند استعمال قطع من السلك زائدة فى الطول تتعقد عملية اللف وتتطلب وقتا اكثر وغالبا ما يتضرر العازل من جراء السحب المتكرر للسلك عبر الشق .

ان اللف بالسحب عبر الشق لهو عمل يدوى شاق يقوم به عادة عاملان يقفان من طرفى العضو الساكن (الشكل ١٤٧) . وتوضع فى شقوق العضو الساكن قبل البدء باللف اسياخ من الصلب مطابقة



الشكل ١٤٧ . لف وشائع العضو  
الساكن للمكنة الكهربائية ذات  
الشقوق المغلقة للقلب



لقطر وعدد اسلاك الملف الموزعة  
فى الشقوق. وتتكون عملية اللف  
من عمليتي سحب السلك خلال  
الظروف الموضوعية فى الشقوق  
المنظفة مسبقا من الاوساخ  
وبقايا العازل القديم ووضع

السلك فى الشقوق والاجزاء الجبهية . ويبدأ اللف عادة من الطرف  
الذى ستوصل فيه الوشائع ببعضها ويقام به حسب التعاقب التالى:  
يقوم عامل اللف الاول بتنظيف نهاية السلك على طول يزيد  
عن طول الشق بمقدار ١٠ - ١٢ مم ومن ثم وبعد اخراج السيخ  
من الشق الاول يقوم بادخال طرف السلك المنظف فيه بدلا من  
السيخ ويدفعه الى ان يخرج من الشق من الطرف المعاكس للقلب .  
واما عامل اللف الثانى فانه يقبض بكماشة على طرف السلك البارز  
من الشق ويسحب السلك الى ناحيته ومن ثم وبعد اخراج السيخ من  
الشق المناسب يقوم حسب خطوة الملف بادخال طرف السلك  
المسحوب بدلا من السيخ ويدفع به فى اتجاه عامل اللف الاول .  
واما عملية اللف اللاحقة فهى عبارة عن تكرار العمليات المشروحة  
اعلاه الى ان يمتلئ الشق كليا .

ان سحب اسلاك الملفات الاخيرة للوشائع مستصعب اذ يضطر  
الى سحب السلك عبر الشق المملوء بجهد كبير . ولتسهيل السحب  
يدلك السلك ببودرة التالك . وفى الممارسة العملية للاصلاح غالبا

ما يستعمل عمال اللف البارافين عوضا عن التالك ، غير انه لا يوصى بهذا ، اذ ان العازل القطنى للسلك المغطى بطبقة من البارافين لا يمتص ورانيش التشبيع جيدا ونتيجة لهذا تتردى ظروف تشبيع عازل اسلاك الجزء الشقى للملف وقد يؤدي هذا الى تقصيرات بين اللفات فى ملف الممكنة المرممة .

وعند القيام بلف الوشائع بالسحب تلف اولا الوشيعة الداخلية ، التى يوضع الجزء الجبهى لها بواسطة الشبلونة ، وتوضع للو شائع الاخرى على الجزء الجبهى الذى تم لفه حشوات مبادعة من الكرتون الكهربائى . وهذه الحشوات ضرورية لتكوين فسحات بين الاجزاء الجبهية تعمل على عزل الرؤوس وكذلك على تهويتها بشكل افضل بهواء التبريد اثناء عمل الممكنة .

وينجز عازل الاجزاء الجبهية لملفات الممكنات العاملة على فلطية تبلغ ٦٦٠ فلف والمخصصة للعمل فى وسط طبيعى بشريط من الياف زجاجية بحيث تغطى كل طبقة لاحقة الطبقة السابقة بمقدار النصف . وتلف بالعازل كل وشيعة من المجموعة ابتداء من الطرف الجانبى للقلب على النحو التالى : يلف فى البداية جزء من الغلاف العازل البارز من الشق بشريط ومن ثم جزء الوشيعة حتى نهاية الانحناء . وتلف اواسط رؤوس المجموعة بطبقة مشتركة من شريط الاليف الزجاجية بنصف تركيبة . وتثبت نهاية الشريط على الرأس بمركب لاصق او تخاط عليه بمتانة . وينبغى ان تثبت اسلاك الملف الراقدة فى الشق بمتانة وتستخدم لهذا الغرض اسافين الشق المصنوعة بشكل رئيسى من خشب الزان الجاف او البتولا . وتصنع الاسافين كذلك من مختلف المواد العازلة بالسلك المناسب ،

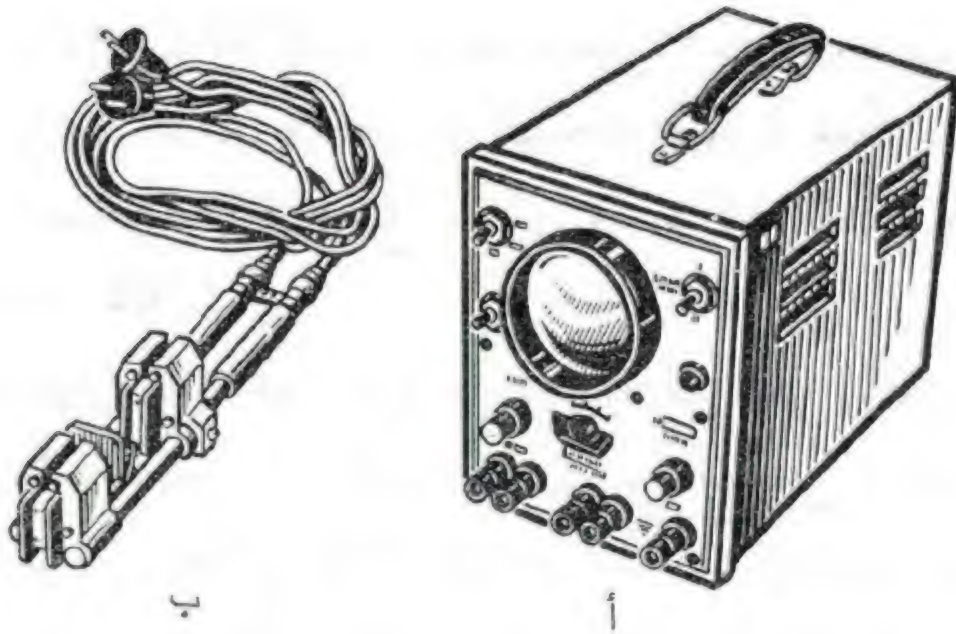


فمثلا تصنع من البلاستيك او التكستوليت او الجيتيناكس وتجهز على مكناات خاصة .

ويجب ان يكون طول الاسفين اكبر من طول قلب العضو الساكن بمقدار ١٠ - ١٥ مم وان يعادل طول العازل الشقى او يقل عنه بمقدار ٢ - ٣ مم . ويتوقف سمك الاسفين على شكل الجزء العلوى للشق وامتلائه . ويجب ان لا يقل سمك الاسافين الخشبية عن ٢ مم . ولاكساب الاسافين صمودا ضد الرطوبة يقام بغليها فى الزيت الجفوف لمدة ٣ - ٤ ساعات عند حرارة ١٢٠ - ١٤٠ م° ومن ثم تجفف لمدة ٨ - ١٠ ساعات عند حرارة ١٠٠ - ١١٠ م° .

وتدق الاسافين فى شقوق المكناات الصغيرة والمتوسطة بواسطة شاكوش وقطعة خشبية مطولة واما فى شقوق المكناات الكبيرة فتدق بمطرقة تعمل بالهواء المضغوط . وبعد الانتهاء من وضع الوشائع فى شقوق العضو الساكن واسفنة الملف يجرى تجميع المخطط . واذا كان طور الملف ملفوفا بوشائع مستقلة يبدأ تجميع المخطط بالتوصيل المتوالى للوشائع فى مجموعاتنا .

وتعتبر الاطراف الخارجة للمجموعات الوشائية البارزة من الشقوق والواقعة قرب لوحة الاطراف بداية للطور . وتقوس هذه الاطراف الخارجة نحو جسم العضو الساكن وتوصل مسبقا المجموعات الوشائية لكل طور وذلك بقتل نهايات اسلاكها المنظفة من العازل . وبعد تجميع مخطط الملف تفحص المقاومة الكهربائية للعازل ما بين الاطوار على الجسم وذلك بتوصيل فلطية وكذلك تفحص صحة توصيل المخطط . وتفحص صحة تجميع المخطط تستخدم ابسط طريقة وهى اىصال العضو الساكن لبرهة قصيرة بشبكة كهربائية



الشكل ١٤٨ . جهاز الكترونى للاختبارات الرقابية للملفات (أ) واداة للكشف عن الشق الحاوى على لفات مقصرة

ذات فلتية قدرها ١٢٧ او ٢٢٠ فلت ومن ثم توضع على سطح تجويفه كرة من الصلب (من كريات كرسى التحميل) وتترك . فاذا قامت الكرة بالدوران على محيط دائرة التجويف فان المخطط قد جمع صحيحا . ويمكن ايضا اجراء هذا الفحص بواسطة الدوامة ، ويثقب لهذا الغرض قرص من الصفيح فى المركز ويثبت بمسمار على الطرف الجانبى لشريحة خشبية بحيث يستطيع الدوران بحرية . ومن ثم يجرى ادخال الدوامة المصنوعة على هذا الشكل فى تجويف العضو الساكن الموصول بالشبكة الكهربائية . وسيقوم القرص بالدوران فى حالة التجميع الصحيح للمخطط .

ولفحص صحة تجميع المخطط وانعدام تقصيرات اللفات فى ملف المكنات الجارى اصلاحها يستخدم جهاز الكترونى خاص (الشكل ١٤٨ ، أ) وهو يستخدم كذلك للعثور على الشق الحاوى على لفات مقصرة فى ملفات الاعضاء الساكنة والدوارة واعضاء



الانتاج ، وكذلك للتأكد من صحة توصيل الملفات حسب المخطط ولتعليم نهايات الاطراف الخارجة للملفات الطورية للمكثات . ويمتاز الجهاز بحساسية بالغة تسمح باظهار وجود لفة مقصرة واحدة من كل ٢٠٠٠ لفة .

والجهاز الذى هو عبارة عن تجهيزة من الطراز النقال موضوع داخل غلاف معدنى له مقبض للحمل . وتقع على اللوحة الامامية للجهاز مفاتيح التحكم وماخذ لتوصيل الملفات الجارى اختبارها او الادوات للعثور على الشق الحاوى على لفات مقصرة وشاشة لكاشف الاشعة الالكترونية . ويقع على الجدار الخلفى مصهر واق وكذلك وقب لتوصيل السلك والجهاز بالشبكة الكهربائية .

وتوجد فى الجزء السفلى من اللوحة الامامية خمسة ماخذ . ويستخدم المأخذ الواقع فى اقصى اليمين لتوصيل سلك التأريض به والمأخذان "Вых. имп." («النبضة الخارجة») لتوصيل الملفات الموصولة على التوالى والجارى اختبارها او لتوصيل المغناطيس الكهربائى المثير الخاص بالاداة بهما ، والمأخذان "Сигн. явл." («الاشارة الظاهرة») فلتوصيل المغناطيس الكهربائى المتنقل للاداة او لتوصيل النقطة الوسطى للملفات الجارى اختبارها بهما . ويبلغ وزن الجهاز ١٠ كغم .

ويجرى اختبار الملفات بواسطة الجهاز المذكور اعلاه بالاسترشاد بالتعليمات الملحقة به . ولاظهار العيوب يقام بوصل ملفين او وحدتين متشابهتين بالجهاز ومن ثم تمرر من كلا الملفين الجارى اختبارهما دفعات فلطية بشكل دورى بواسطة مبدل تزامنى الى انبوبة الاشعة الالكترونية للجهاز : فاذا كانت الملفات خالية من الاضرار ومتشابهة فان منحنيات الفلطيات على شاشة الاشعة

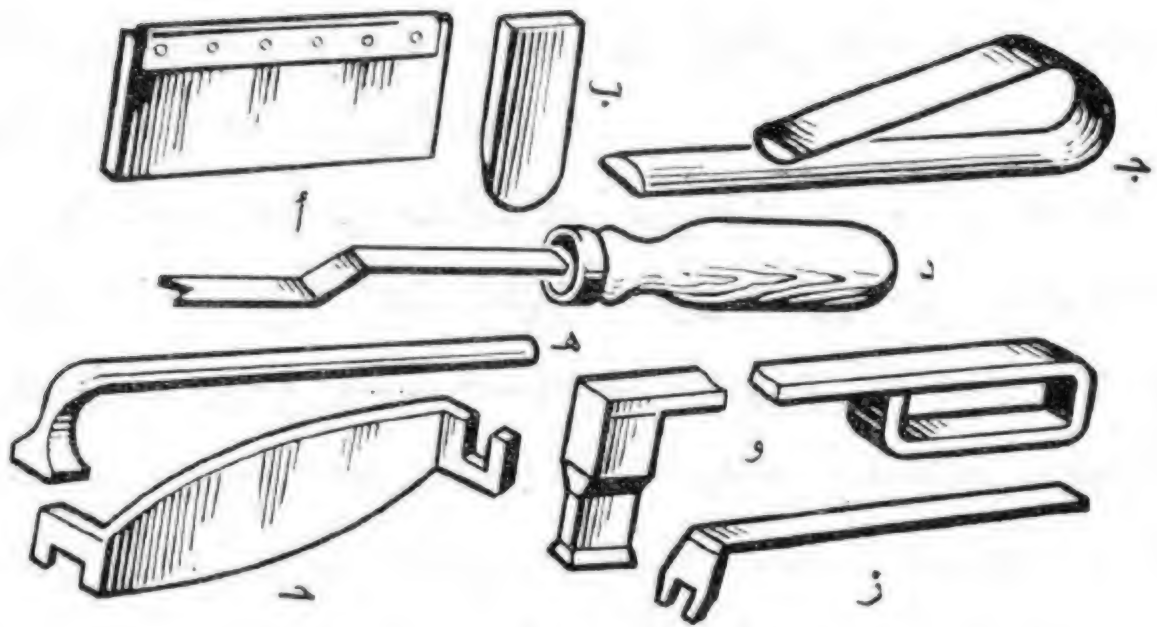
الالكترونية سوف تتراكم على بعضها البعض وعند وجود العيوب فانها ستنفجر عن بعضها البعض .

وتستخدم اداة لها مغناطيسان كهربائيان ب ١٠٠ و ٢٠٠٠ لفة (الشكل ١٤٨ ، ب) وذلك لاطهار الشقوق الحاوية على لفات مقصورة في الملف . وتوصل وشيعة المغناطيس الكهربائي الثابت (١٠٠ لفة) بالمأخذين «النبضة الخارجة» للجهاز واما وشيعة المغناطيس الكهربائي المتنقل (٢٠٠٠ لفة) فتوصل بالمأخذين «الاشارة الظاهرة» ؛ وفي هذه الحالة يجب ان يكون المفتاح الاوسط مدارا الى اقصى اليسار في وضع «العمل بالاداة» .

وعند نقل المغناطيسين الكهربائيين للاداة من شق الى آخر على تجويف العضو الساكن سيظهر على شاشة انبوبة الاشعة الالكترونية خط مستقيم او منحني ذو ساعات صغيرة يكون شاهدا على انعدام لفات مقصورة في الشق ، او سيظهر خطان منحنيان بساعات كبيرة (ومقلوبان بالنسبة لبعضهما البعض) يدلان على وجود لفات مقصورة في الشق . ويجرى بواسطة هذين المنحنيين المميزين البحث عن الشق الحاوي على لفات مقصورة لملف العضو الساكن . ويجرى على نحو مماثل نقل المغناطيسين الكهربائيين للاداة على سطح العضو الدوار الطوري او عضو الانتاج للمكنة العاملة بالتيار المستمر وايجاد الشقوق ذات اللفات المقصورة بها .

وتستعمل عند انجاز اعمال الملف بالاضافة الى الادوات العادية (شواكيش وسكاكين وكماشات) ، ادوات خاصة (الشكل ١٤٩ ، أ - ح) تسهل انجاز اعمال مثل وضع الاسلاك ورضها في الشقوق





الشكل ١٤٩ . طقم ادوات خاصة لعامل لف المكثات الكهربائية :  
 أ- شريحة ، ب- «لسين» ، ج- اسفين عكسي ، د- سكين للزوايا ، هـ-  
 منخاس ، و- بلطة صغيرة ، ز ، ح- مفتاحان لثنى قضبان العضو الدوار

وقص العازل البارز من الشق وثنى القضبان النحاسية لملفات اعضاء  
 الانتاج والعديد من عمليات اللف الاخرى .

اصلاح ملفات الاعضاء الدوارة . ينتشر في المحركات اللائزامنية  
 ذات العضو الدوار الطوري طرازان اساسيان من الملفات : الوشائعي  
 والقضيبي . ولا تختلف تقريبا طرق تجهيز ملفات الاعضاء الدوارة  
 بالتسقيط وبالسحب عن الطرق التي جاء وصفها اعلاه لتجهيز مثل  
 تلك الملفات للاعضاء الساكنة . ومن الضروري عند تجهيز ملفات  
 الاعضاء الدوارة توزيع الاجزاء الجبهية للملف بانتظام لضمان توازن  
 كتل العضو الدوار وبالاخص للمحركات الكهربائية السريعة الدوران .  
 وتستخدم على الاغلب في المكثات ذات القدرة البالغة ١٠٠  
 كيلواط ملفات قضيبيية موجية ثنائية الطبقة للاعضاء الدوارة . وفي  
 هذه الملفات المنجزة من قضبان نحاسية ليست الاخيرة التي تتضرر

بل عازلها فقط نتيجة للتسخينات المتكررة والزائدة عن الحد والتي غالبا ما يتخرب عندها عازل الشق للاعضاء الدوارة .

وعند اصلاح الاعضاء الدوارة ذات الملفات القضيبيية يعاد ، كقاعدة ، استعمال القضبان النحاسية للملف المتضرر ولذا يجرى اخراج القضبان من الشقوق بطريقة يجب معها المحافظة على كل قضيب ووضعه بعد ترميم العازل فى نفس الشق الذى كان موجودا فيه قبل الفك . ويؤخذ لهذا الغرض رسم تخطيطى (كروكى) للعضو الدوار ويدون شرح عن عناصر الملف التالية :

الاربطة - عددها ووضعا وعدد لفاتها وطبقات سلك التبريط وقطره ، وعدد المشابك (الاقفال) وكذلك عدد طبقات ومادة عازل الاربطة ؛

الاجزاء الجبهية - طول الامتدادات واتجاه تقوس القضبان وخطوتا الملف (الامامية والخلفية) واماكن الانتقال (القناطر) والى اى الشقوق تنتسب بدايات ونهايات الاطوار ؛

الاجزاء الشقية - قياسات القضيب (المعزول والمكشوف) وطول القضيب ضمن حدود الشق والطول الكلى للقطاع المستقيم ، العازل - مادته وقياساته وعدد طبقات عازل القضبان وعلمبة الشق ، والحشوات فى الشق والاجزاء الجبهية وانجاز عازل ماسك الملف وهلمجرا ؛

اثقال التوازن - عدد الاثقال ومواقعها ؛

المخطط - كروكى الملف مع ترقيم الشقوق والاشارة الى خصائصها المميزة . ويجب اعداد هذه الكروكيات والتسجيلات بدقة خاصة عند اصلاح الممكنات ذات التصاميم القديمة . ولاخراج قضبان ملفات الاعضاء الدوارة يجب استبدال مشابك



الاربطة ونزع الاخيرة وطبع الارقام (حسب ترقيم الشقوق على رسم مخطط الملف) على كل الشقوق التي تنتسب اليها بدايات ونهايات الاطوار ، وكذلك القناطر الانتقالية ، وازالة الاسافين من شقوق العضو الدوار ومن ثم فك اللحام فى الرؤوس ونزع اطواق التوصيل . وينبغى استبدال الاجزاء الجبهية المقوسة لقضبان الطبقة العليا الواقعة من ناحية حلقات التلامس بمفتاح خاص (انظر الشكل ١٤٩ ، ح) واخراج هذه القضبان من الشق وفى هذه الحالة يجب طبع رقم الشق والطبقة على كل قضيب وبعد ذلك وحسب هذا الترتيب يجرى اخراج قضبان الطبقة السفلى . ومن ثم ينبغى تنظيف القضبان من العازل القديم واستبدالها (تقويمها) بازالة النتوءات والاعوجاجات وتنظيف اطرافها بفرشاة معدنية .

وينبغى فى نهاية العملية تنظيف شقوق قلب العضو الدوار وماسك الملف ووردات الضغط من بقايا العازل ، وفحص حالة الشقوق . واذا وجدت اعطال فيجب ازالتها .

وتحرق القضبان المستخرجة من شقوق العضو الدوار والتي لا يفلح فى ازالة عازلها بالطريقة الميكانيكية فى افران خاصة عند حرارة ٦٠٠ - ٦٥٠ م° على ان لا يسمح لحرارة الحرق بان تزيد عن ٦٥٠ م° حيث انها تسيء الى الخصائص الكهربائية والميكانيكية لنحاس القضبان نتيجة للحرق الزائد . ومن الممكن ازالة العازل عن القضبان النحاسية بالطريقة الكيميائية وذلك بغمرها لمدة ٣٠ - ٤٠ دقيقة فى حوض به محلول حامض الكبريتيك بتركيز ٦٪ . ويجب غسل القضبان بعد اخراجها من الحوض فى محلول قلوئى وفى الماء ومن ثم مسحها بقطع من القماش وتركها لتجف . واما اطرافها فتبيض بمونة لحام من القصدير والرصاص .

ويقام بتجديد عازل القضبان المحررة من العازل القديم والمستعدلة ، ويجب على العازل الجديد حسب المقاومة للتسخين وطريقة الانجاز وخواص العزل ان يطابق العازل من الانتاج المصنعي . ويجدد كذلك عازل الشق وذلك بوضع حشوات عازلة فى قاع الشقوق وبوضع علب الشقوق بشكل يضمن معه امتدادها المنتظم من الشقوق من طرفى قلب العضو الدوار .

وبانتهاء العمليات التحضيرية يباشر بتجميع الملف . ويتكون تجميع الملف القضيبى للعضو الدوار من ثلاثة اشكال اساسية للاعمال هى : وضع القضبان فى شقوق قلب العضو الدوار ، وثنى الجزء الجبهى للقضبان وتوصيل قضبان الصفيين العلوى والسفلى باللحام القصديرى او الكهربائى .

وترد القضبان المستعملة ثانية لوضعها فى الشقوق وهى مشنية بجزء جبهى واحد فقط . ويجرى ثنى الاطراف الاخرى لهذه القضبان بمفاتيح خاصة بعد وضعها فى الشقوق . وتوضع فى البداية قضبان الصف السفلى فى الشقوق بادخالها من الجهة المعاكسة لحلقات التلامس وبعد وضع الصف السفلى من القضبان كليا ، تجلس قطاعاتها المستقيمة فى قاع الشقوق واما الاجزاء الجبهية المشنية فتجلس على ماسك الملف المعزول . وتشد اطراف الاجزاء الجبهية المشنية بقوة بواسطة رباط مؤقت من سلك لين من الصلب مع ضغطها باحكام على ماسك الملف . ويلف رباط سلكى ثان مؤقت على منتصف الاجزاء الجبهية . وتقوم الاربطة المؤقتة بالحيلولة دون زحزحة القضبان اثناء العمليات اللاحقة لثنيها .

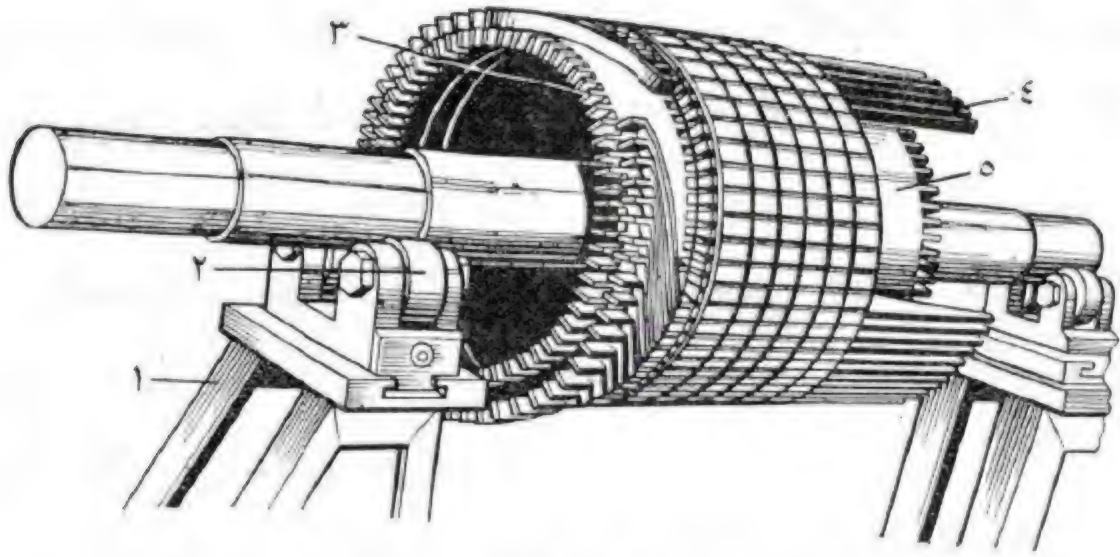
ويباشر بثنى الاجزاء الجبهية بعد تثبيت القضبان بالاربطة المؤقتة . وثنى القضبان بواسطة مفتاحين خاصين (انظر الشكل



١٤٩ ز ، ح) : فى البداية حسب الخطوة ومن ثم حسب نصف القطر مع ضمان الامتداد المحورى المطلوب والالتصاق المحكم لها بماسك الملف . ولثنى القضيب يؤخذ مفتاح باليد اليسرى (انظر الشكل ١٤٩ ، ز) ويلبس فمه على الجزء المستقيم من القضيب الخارج من شق القلب . ومن ثم يمسك باليد اليمنى مفتاح (انظر الشكل ١٤٩ ، ح) ويلبس فمه على الجزء الجبهى للقضيب ويقرب باحكم الى المفتاح (انظر الشكل ١٤٩ ، ز) وبعد ذلك يثنى القضيب بالمفتاح السابق حسب الزاوية المطلوبة .

ولا تسمح الاجزاء المستقيمة للقضبان المجاورة بثنى القضبان الاولى فورا حسب الزاوية المطلوبة . ولذلك يفلح فى ثنى القضيب الاول فقط بمقدار المسافة القائمة بين قضيبين ، واما القضيب الثانى فيثنى بمقدار ضعف المسافة ، والثالث بمقدار ثلاثة اضعاف المسافة وهلمجرا الى ان يتم ثنى القضبان التى تحتل من ٢ - ٣ خطوات للملف ، حيث يصبح بالامكان بعد ذلك ثنى القضيب حسب الزاوية المطلوبة . وآخر ما تثنى (اضافيا) هى تلك القضبان التى بدأت عملية الثنى منها .

وتثنى كذلك بواسطة مفاتيح خاصة اطراف القضبان التى ستركب عليها فيما بعد اطواق التوصيل ، وتنزع بعد ذلك الاربطة المؤقتة عنها ، ويوضع على الاجزاء الجبهية العازل ما بين الطبقتين ، واما فى الشقوق فتوضع حشوات بين قضبان الطبقتين العليا والسفلى . ويشاهد فى الشكل ١٥٠ العضو الدوار الطورى لمحرك لاتزامنى اثناء تجميع الملف القضيبى . وبعد وضع قضبان الصف السفلى ينتقل الى تركيب قضبان الصف العلوى للملف وذلك بادخالها فى الشقوق من الجهة المعاكسة لحلقات تلامس العضو الدوار . وبعد



الشكل ١٥٠ . عضو دوار لطورى لمحرك لاتزامنى اثناء عملية تجميع الملف القضيبى :  
 ١ - قائم تجهيزة الدوران ، ٢ - عجلة اسطوانية دوارة ، ٣ و ٤ - الصفتان السفلى  
 والعلوى للقضبان ؛ ٥ - العازل ما بين الصفتين العلوى والسفلى للقضبان

وضع جميع قضبان الصف العلوى توضع عليها اربطة مؤقتة واما  
 نهاياتها فتوصل بسلك من النحاس لفحص عازل الملف (للتأكد من  
 انعدام التقصيرات على الجسم) .

واذا كانت نتائج اختبارات العازل مرضية ، فانه ومع الاستمرار  
 فى عملية تجميع الملف تثنى اطراف القضبان العلوية باستخدام  
 اساليب مماثلة لاساليب ثنى قضبان الطبقة السفلى ولكن فى الاتجاه  
 المعاكس . وتثبت كذلك الاجزاء الجبهية المثنية للقضبان العلوية  
 برباطين مؤقتين .

ويقام بعد تمديد قضبان الصفتين العلوى والسفلى بتجفيف ملف  
 العضو الدوار عند حرارة ٨٠ - ١٠٠ ° فى فرن او خزانة تجفيف  
 مجهزة بدورة تهوية جارية . ويجرى اختبار الملف المجفف  
 بتوصيل احد الالكترودين من محول قوى مخبرى على الفلظية باى  
 قضيب من قضبان العضو الدوار ، واما الالكترود الثانى فيوصل بالقلب



او بعمود العضو الدوار ، وبما ان جميع القضبان كانت موصولة ببعضها مسبقا بسلك نحاسى فانه يجرى اختبار عوازل جميع القضبان فى آن واحد .

والعمليات النهائية لتجهيز ملف قضيبى للعضو الدوار للمكنة الجارى اصلاحها هى توصيل القضبان ببعضها ودق الاسافين فى الشقوق ولف الملف بالاربطة .

ويقام بتوصيل القضبان ببعضها باطواق مبيضة بالقصدير تلبس على اطرافها ، ومن ثم تلحم بمونة من القصدير والرصاص . وقد تكون الاطواق مجهزة من شريط نحاسى رقيق او من انبوبة نحاسية رقيقة الجدران بالقطر المطلوب . وتستخدم كذلك اطواق ذاتية القفل مجهزة من شريط نحاسى بسمك ١ - ١,٥ مم . ويوجد لاحد طرفى مثل هذا الطوق بروز مشكل واما الطرف الآخر فله تقوير يناسب البروز . وعند ثنى الطوق يدخل البروز فى التقوير ويشكل قفلا يمنع الطوق من الاستبدال .

وتلبس الاطواق (وفقا للمخطط) على اطراف القضبان ، ويدق بين كل طرف وآخر اسفين تلامسى \* من النحاس ثم تلحم الوصلة بمونة لحام من الرصاص والقصدير بواسطة كاوية لحام او تغمس اطراف قضبان الملف المجمع للعضو الدوار فى حوض يحتوى على مصهور مونة اللحام . وبهذه الطريقة لاقتصاد من مونة الرصاص والقصدير الباهظة الثمن توصل القضبان النحاسية كذلك باستعمال اللحام الكهربائى ، غير ان لهذه الطريقة عدة نواقص ، فمثلا تنخفض

---

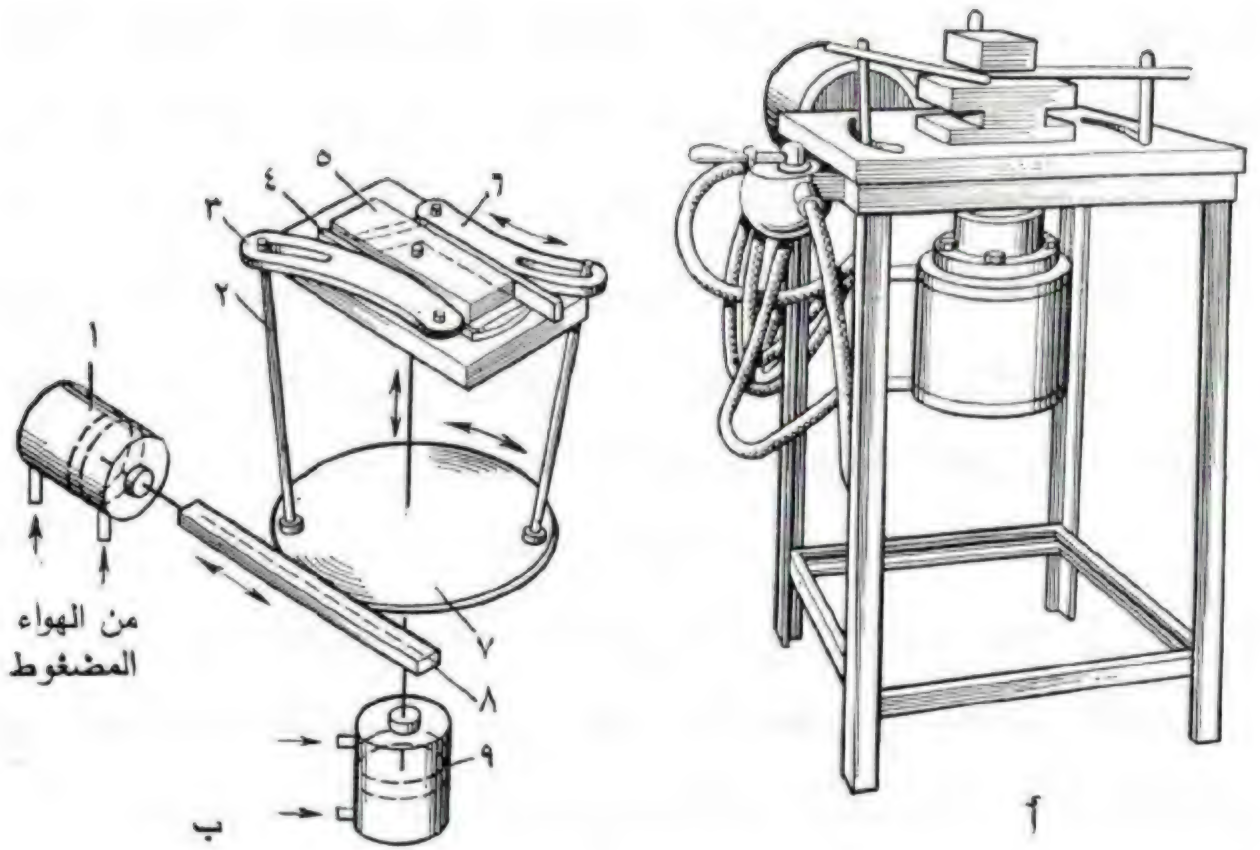
\* تستخدم الاسافين التلامسية لتكوين تلامس ثابت بين اطراف القضبان ، لكون طبقات القضبان مفصولة عن بعضها البعض ولذا لا تستطيع الاطراف الالتصاق ببعضها باحكام .

قابلية المكنة للاصلاحات اللاحقة لكون فك القضبان الموصولة ببعضها باللحام الكهربائي مرتبطا بضرورة بذل جهود عملية كبيرة لفصل وتنظيف القطاعات الملحومة عند الاصلاحات اللاحقة . ولرفع متانة المكنة تستعمل لتوصيل القضبان باللحام مؤن لحام صلبة (من النحاس والفوسفور ، النحاس والزنك وغيرها) . وغالبا ما توصل ملفات الاعضاء الدوارة الطورية للمحركات الكهربائية التزامنية على حسب مخطط «نجمة» .

وبانتهاء تجميع ولحام واختبار قضبان الملف وتوصيل اسلاكه مع الحلقات التلامسية يباشر بلف الاربطة على العضو الدوار . ويضطر احيانا عند اصلاح المكنات الكهربائية ذات الاعضاء الدوارة الطورية الى تجهيز قضبان جديدة . وقد تكون مثل هذه الضرورة مستدعية ليس فقط بتضرر العازل بل بتضرر قضبان الملف نفسها او باستبدال الملف الوشائعي المتواجد المتضرر بآخر قضبي وغيره .

ويتطلب تجهيز القضبان الجديدة انجاز حجم كبير من عمليات الثني . ويتم في ورشات الاصلاح الكهربائي الضخمة وفي مصانع الاصلاح الكهربائي تحقيق عمليات ثني القضبان المجهزة من جديد للاعضاء الدوارة بواسطة تجهيزات خاصة او مكنات الثني . وتشاهد في الشكل ١٥١ ، أ و ب مكنة بسيطة تعمل بالهواء المضغوط لثني قضبان الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج . ويجرى تشكيل القضبان على هذه المكنة على النحو التالي : توضع القطعة الماثلة للتشكيل في شق الجزء السفلي للختم المتغير المكون من الجزء المتحرك ٥ والجزء الثابت ٦ ، المنتقل الى اعلى والى اسفل (تحت تأثير اسطوانة الهواء المضغوط ٩) . وللجزء الثابت شكل مقعر





الشكل ١٥١ . مكنة تعمل بالهواء المضغوط لثني قضبان الاعضاء الدوارة واعضاء الافتتاح للمكنات الكهربائية :

أ- منظر عام ، ب- مخطط حركي ؛ ١ و ٩ - اسطوانتا الهواء المضغوط ، ٢ - مقود ، ٣ - ذراع الثني ، ٤ - الجزء الجبهي للقضيب ، ٥ و ٦ - الجزءان المتحرك والثابت للمختم ، ٧ - عجلة مسننة ، ٨ - قدة

واما الجزء المتحرك فله شكل محدب يطابق بتقوسه الجزء الجبهي للقضيب . وعند فتح صنبور الهواء المضغوط تتحرك اسطوانة الهواء المضغوط وتحت تأثيرها يقوم النصف العلوي من المختم بشني الجزء الجبهي ٤ للقضيب طبقا لنصف القطر واما الذراعان ٣ فيقومان بشني الطرف الخارج والجزء الشقي للقطعة . وتنقل الحركة الى الذراعين ٣ بالمقودين ٢ المثبتين على العجلة المسننة ٧ التي تدار بالقدة ٨ المرتبطة بذراع المكبس لاسطوانة الهواء المضغوط ١ . وتعزل القضبان بعد ثنيها .

وللحصول على قضيب متراص ذي القياسات المعطاة الدقيقة

يقام بكبس الجزء الشقى فى مكابس خاصة . وتوضع القضبان المكبوسة بتراص محكم فى شقوق قلب العضو الدوار ومع ذلك فانها تتميز بتصريف حرارى جيد .

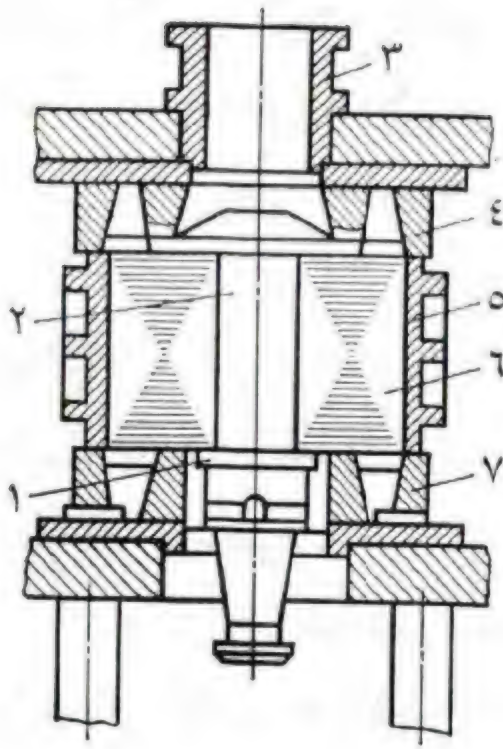
وتقوم الصناعة بانتاج الاغلبية العظمى من الممكنات الكهربائية اللائزمانية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط باعضاء دوارة مقصرة حيث يكون لملفاتهما شكل «قفص السنجاب» المجهز من الالومنيوم بطريقة السكب .

وغاليا ما يتلخص تضرر العضو الدوار المقصر بظهور تشققات وانقطاع القضيب ونادرا بانكسار عنفات المروحة . ان ظهور التشققات وانقطاع القضبان هو نتيجة الاخلال بتكنولوجيا سكب شقوق العضو الدوار بالالومنيوم الذى يرتكبه المصنع المنتج .

وينحصر اصلاح العضو الدوار ذى القضيب المتضرر فى اعادة سكبه بعد صهر الالومنيوم من العضو الدوار وتنظيف الشقوق . ويجرى فى ورشات الاصلاح الكهربائى الصغيرة بسكب العضو الدوار بالالومنيوم فى قالب خاص - قالب معدنى (الشكل ١٥٢) ، يتكون من النصفين العلوى ٤ والسفلى ٧ وتوجد فيهما قنوات وتجاويف حلقية لتشكيل حلقات التقصير وعنفات المروحة عند السكب . وللحيلولة دون تسرب الالومنيوم من الشقوق عند الصب يستخدم القميص (الغلاف) ٥ القابل للفك من الحديد الزهر . ويجرى قبل السكب تجميع الرزمة ٦ للعضو الدوار على عمود التشكيل التكنولوجى ٢ ومن ثم تكبس على المكبس وتقفل على الاطار بالحلقة ١ .

وتركب الرزمة المجمعة على هذا الشكل فى القالب المعدنى المجهز . ويسكب العضو الدوار بالالومنيوم المصهور خلال الفنجان ٣ - بوابة السكب . وبعد ان يبرد الالومنيوم يفك القالب المعدنى .





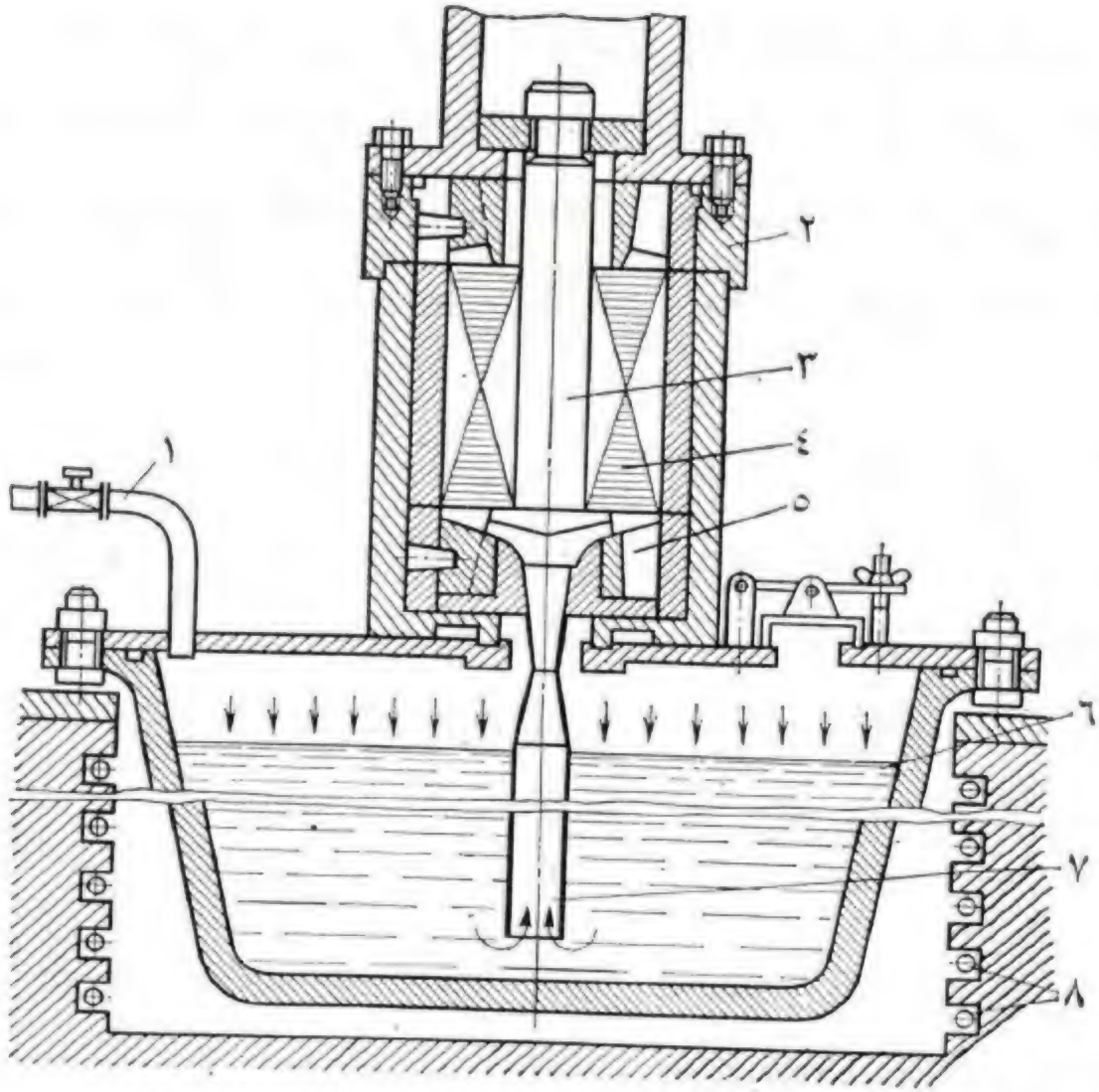
الشكل ١٥٢ . قالب معدني لسكب  
العضو الدوار المقصر بالالومنيوم :  
١ - حلقة ، ٢ - عمود تشكيل ،  
٣ - فنجان ، ٤ ، ٥ - النصفان  
العلوي و السفلي للقالب ، ٥ - قميص  
(غلاف) ، ٦ - رزمة العضو الدوار

ويفصل الفنجان (بواسطة ازميل  
ومطرقة) عن العضو الدوار ومن ثم  
يطرد عمود التشكيل التكنولوجي  
على المكبس .

ويجب ان تكون للعضو الدوار الذي يوضع للسكب رزمة  
مكبوسة بشكل طبيعي ومسخنة الى ٥٥٠ - ٦٠٠°م ، وذلك  
لزيادة التصاق الالومنيوم مع رزمة القلب من الصلب للعضو  
الدوار .

ويجرى سكب الاعضاء الدوارة المقصرة في مصانع بناء  
المكنات الكهربائية ومصانع الاصلاح الكهربائي بطريقة الطرد  
المركزي او الارتجاج وكذلك بالالومنيوم بالسكب تحت الضغط .  
ان طريقة سكب الالومنيوم تحت ضغط منخفض هي الأكثر  
فعالية وذلك لان مصهور الالومنيوم يسكب في القالب مباشرة من  
الفرن حيث يستبعد هذا امكانية تأكسد المعدن الذي يحدث عند  
طرق السكب الاخرى .

وتنحصر ميزة اخرى لهذه الطريقة في انه عند السكب يمتلئ  
القالب بالالومنيوم من الاسفل ولذا تتحسن ظروف ازالة الهواء من  
القالب .



الشكل ١٥٣ . مخطط سكب الاعضاء الدوارة بالالومنيوم بطريقة السكب تحت ضغط منخفض :

١ - ماسورة الهواء ، ٢ - الجزء المتحرك والثابت للقالب ، ٣ - عمود التشكيل ، ٤ - رزمة العضو الدوار ، ٦ - بوتقة ، ٧ - ماسورة المعدن المصهور ، ٨ - فرن

ويتم تحقيق عملية السكب على النحو التالي : يصب الالومنيوم المنظف من طبقات الشوائب والغاز في البوتقة ٦ للفرن ٨ (الشكل ١٥٣) ومن ثم تغلق البوتقة باحكام . وتركب الرزمة ٤ للعضو الدوار والمجموعة على عمود التشكيل ٣ في الجزء الثابت ٥ للقالب . واما الجزء المتحرك ٢ للقالب فانه يكمل كبس رزمة العضو الدوار بالقوة اللازمة اثناء هبوطه الى اسفل .



وعند فتح صنبور الهواء المضغوط (لا يشاهد في الشكل) يندفع الهواء المضغوط بانسياب خلال ماسورة الهواء ١ الى الجزء العلوى للبوتقة . ويرتفع المعدن النقى خلال الماسورة ٧ الى اعلى ويملا القالب . ويمكن ضبط سرعة ارتفاع المعدن بتغيير ضغط الهواء المضغوط .

وبعد ان يجمد الالومنيوم فى القالب يحول صنبور الهواء المضغوط ويتصل الجزء العلوى من البوتقة مع الهواء الجوى ويهبط الضغط فيها الى القيمة الطبيعية . وينزل الالومنيوم السائل من الماسورة الى البوتقة . ويفتح القالب ويستخرج منه العضو الدوار المسكوب . ويصبح بنيان معدن السكب كثيفا عند هذه الطريقة واما نوعية السكب فتكون عالية .

ان طريقة سكب العضو الدوار تحت ضغط منخفض فعالة ولكنها تحتاج الى التحديث اللاحق بهدف تقليص الجهد العملى ورفع انتاجية العملية .

اصلاح ملفات اعضاء الانتاج . ان الاعطال الاساسية لملفات اعضاء الانتاج هى الخرق الكهربائى للعازل على الجسم او الرباط ، والتقصير بين الملفات والوحدات ، والتضرر الميكانيكى لأماكن اللحام . وعند تجهيز عضو الانتاج للاصلاح مع استبدال الملف ينظف من الاوساخ والزيت وتنزع الاربطة القديمة ويزال الملف القديم بعد فك اللحام عن عضو التوحيد وذلك بعد تسجيل جميع المعطيات اللازمة للاصلاح مسبقا .

وفى الغالب يكون اخراج وحدات الملف من الشقوق فى اعضاء الانتاج ذات العازل الميكانيكى صعبا جدا . واذا لم يفلح

فى اخراج الوحدات ، يقام بتسخين عضو الانتاج فى خزانة تجفيف الى ١٢٠ - ١٥٠ م° مع المحافظة على هذه الحرارة لمدة ٤٠ - ٥٠ دقيقة وبعد ذلك يقام باخراج الوحدات من الشقوق باستخدام اسفين رقيق مجلخ يدق بين الوحدتين العليا والسفلى لرفع الوحدات العليا وبين الوحدة السفلى وقاع الشق لرفع الوحدات السفلى . وتنظف شقوق عضو الانتاج المحررة من الملف من بقايا العازل القديم وتعالج بمبارد ومن ثم يطلى قاع وجدران الشقوق بورنيش عازل للكهرباء .

وتستخدم فى الممكنات العاملة بالتيار المستمر ملفات قضيبية وشبلونية لاجزاء الانتاج . وتنجز الملفات القضيبية لاجزاء الانتاج بشكل مماثل لانجاز الملفات القضيبية للاجزاء الدوارة التى جاء وصفها اعلاه . وتستخدم للوحدات بالملف الشبلونى اسلاك معزولة وكذلك قضبان من النحاس معزولة بقماش مورنش او بشريط من الميكا .

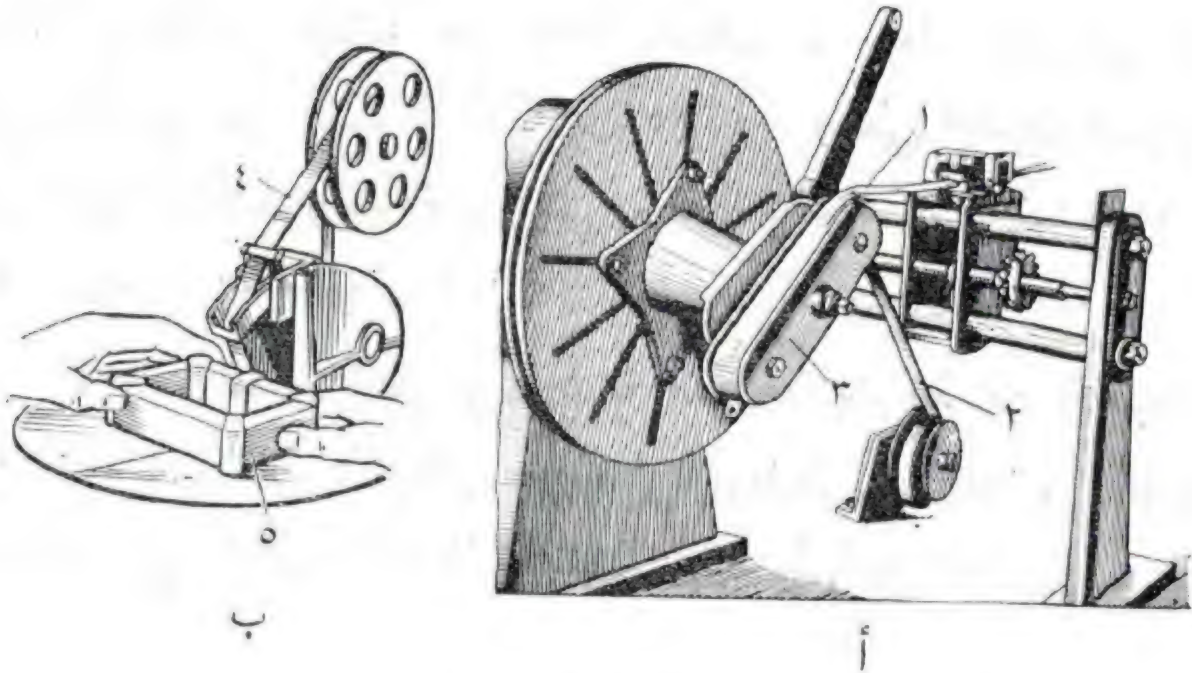
وتلف وحدات الملف الشبلونى على شبلونات جامعة الاغراض تسمح باجراء اللف ومن ثم المط لوحدة غير كبيرة بدون رفعها عن الشبلونة . واما مط وحدات اجزاء الانتاج للممكنات الضخمة فيجرى على ممكنات خاصة بوسيلة ادارة ميكانيكية . وتثبت الوحدة ببعضها مؤقتا قبل المط وذلك بلفها بطبقة واحدة من شريط الورق القطنى لضمان صحة تشكيلها اثناء المط . وتعزل وشائع الملفات الشبلونية باليد واما فى المؤسسات الكبرى للاصلاح فتعزل على ممكنات عزل خاصة . ويجب عند ادخال الوشيعة الشبلونية ان يعنى بترقيدها فى الشق بشكل صحيح : اى يجب ان تكون نهاياتها الموجهة نحو عضو التوحيد وكذلك البعد عن طرف صلب القلب وحتى نقطة تحول



الجزء المستقيم (الشقي) الى جزء جبهي متساوية . وبعد ترقيد جميع  
الوشائع وفحص صحة العمليات المنجزة توصل اسلاك الملف بشرائح  
عضو التوحيد باللحام بمونة من الرصاص والقصدير .

ويعتبر توصيل اسلاك ملف عضو الانتاج بشرائح عضو  
التوحيد احدى اهم عمليات الاصلاح . واللحام المنجز بنوعية  
رديئة يسبب زيادة محلية للمقاومة وتسخينا مرتفعا في قطاع التوصيل  
عند عمل الممكنة مما قد يؤدي الى تعطلها واخراجها من حيز العمل .  
ولانجاز عمليات اللحام يقام مسبقا بحماية ملف عضو  
الانتاج بتغطيته بشرائح من الكرتون الاسبستي ومن ثم يركب عضو  
الانتاج مع عضو التوحيد في وضع مائل وذلك لمنع تسرب مصهور  
المونة الى الفراغ الكائن ما بين الشرائح عند اللحام . وتدخل بعد  
ذلك النهايات المنظمة لاسلاك الملف في فتحات الشرائح او  
الاعناق ويذر عليها مسحوق الصنوبر ويسخن عضو التوحيد  
بانتظام (بشعلة وابور اللحام او السخان الغازي) الى ١٨٠ - ٢٠٠°م  
وتلحم اسلاك الملف على الشرائح بصهر سيخ مونة اللحام  
بالكاوية .

وتفحص نوعية اللحام بالمعاينة الظاهرية وبقياس المقاومة  
الانتقالية بين ازواج الشرائح المتجاورة بتمرير تيار التشغيل في  
ملف عضو الانتاج . ولا يجب ان تكون هناك نقاط متجمدة من  
مونة اللحام على سطح شرائح عضو التوحيد وما بينها . وفي حالة  
انجاز اللحام بنوعية جيدة يجب ان تكون المقاومة الانتقالية بين  
جميع ازواج شرائح عضو التوحيد متساوية . ولا يجب ان يسبب  
امرار تيار تشغيلي مقدار خلال ملف عضو الانتاج لمدة ٢٥ - ٣٠  
دقيقة تسخينات محلية زائدة تدل على رداءة اللحام المنجز .



الشكل ١٥٤ . مكينات لتجهيز الوشائع القطبية :

أ - لف الوشيعة بشرائط من النحاس ، ب - لعزل الوشيعة التي تم لفها ؛ ١ - شريط من النحاس ، ٢ - شريط من الميكانيت ، ٣ - شبلونة ، ٤ - شريط من الكبير ، ٥ - وشيعة قطبية

اصلاح وشائع الاقطاب . غالبا ما تظهر في المكينات الكهربية العاملة بتيار مستمر والداخلية الى حيز الاصلاح وشائع الاقطاب الاضافية الملفوفة بقضيب نحاسي مستطيل المقطع على الجانب المفلطح او على الضلع متضررة اكثر من غيرها . وليس القضيب نفسه هو الذي يتضرر بل العازل ما بين لفاته . ويقتصر اصلاح الوشيعة على ترميم العازل ما بين اللفات بطريقة اعادة لف الوشيعة . ويعاد لف الوشيعة على مكينة اللف (الشكل ١٥٤ ، أ) ومن ثم تعزل على مكينة العزل (الشكل ١٥٤ ، ب) .

وتشد الوشيعة المعزولة بشريط من القماش القطنى وتكبس . ويقام لهذا الغرض بتلبس الوردة العازلة الجانبية على عمود التشكيل ومن ثم تركيب الوشيعة عليها وتغطيتها بالوردة الثانية وبعد ذلك تضغط الوشيعة على عمود التشكيل وتوصل بمحول مكينة اللحام وتسخن الى



١٢٠° م وتكبس نهائيا بعد شدها اضافيا ، وبعد ذلك تبرد في وضع الكبس على عمود التشكيل الى ٢٥° م . وتغطي الوشيعة المنزوعة عن عمود التشكيل والمبردة بورنيش يجفف بالهواء وتترك لمدة ١٠ - ١٢ ساعة عند حرارة ٢٠ - ٢٥° م .

ويعزل السطح الخارجى للوشيعة المكبوسة بشريط من الاسبست ومن ثم بآخر من الميكانيت ويغطي بورنيش . وتجلس الوشيعة الجاهزة على القطب الاضافى وتثبت عليه باسافين خشبية .

تجفيف الملفات وتشبيعها . ان بعض المواد العازلة (الكرتون الكهربائى وشرائط القماش القطنى وغيرها) المستخدمة فى الملفات قادرة على امتصاص الرطوبة الموجودة فى الوسط المحيط . وتدعى هذه المواد بالماصة للرطوبة . ويعيق وجود الرطوبة فى المواد العازلة للكهرباء النفاذ العميق لورانيش التشبيع فى المسامات والاوعية الشعرية للقطع العازلة ولذا يجفف الملف قبل تشبيعه .

ويجرى تجفيف \* ملفات الاعضاء الساكنة والدوارة واعضاء الانتاج (قبل تشبيعها) فى افران خاصة عند حرارة ١٠٥ - ٢٠٠° م . ويقام بالتجفيف فى الآونة الاخيرة بالاشعة تحت الحمراء والتي تعتبر المصابيح المتوهجة الخاصة مصدرا لها . ويجرى تشبيع الملفات المجففة فى احواض تشبيع خاصة

---

\* وقد لا يجرى تجفيف الملفات قبل تشبيعها عندما يكون الملف منجزا من اسلاك ذات عازل مقاوم للرطوبة (اسلاك لف مطلية بالمينا او ذات عازل من الليف الزجاجى) ، وعازل الشق منجزا من قماش زجاجى او من مواد اخرى غير ماصة للرطوبة مماثلة له بالخصائص العازلة للكهرباء .

توضع فى غرفة مستقلة مجهزة بالتهوية الجارية وبالوسائل اللازمة لاطفاء الحريق .

ويتم التشبييع بغمر اجزاء الممكنة الكهربائية فى حوض مملوء بالورنيش ، ولذا يجب ان تكون ابعاد الحوض محسوبة طبقا لابعاد الممكنات الجارى اصلاحها . ولزيادة قدرة الورنيش على النفاذية ولتحسين ظروف التشبييع تجهز الاحواض بتجهيزة لتسخين الورنيش . وتكون الاحواض المعدة لتشبييع الاعضاء الساكنة والدوارة للممكنات الكهربائية الضخمة مزودة بآلية أذرع تعمل بالهواء المضغوط وتسمح عند تدوير مقبض صنوبر التوزيع بفتح واغلاق غطاء الحوض الثقيل بانسياب وبدون جهد .

وتستخدم لتشبييع الملفات ورانيش تشبييع زيتية وقارية زيتية تجفف بالهواء او فى فرن ، وفى حالات خاصة تستخدم ورانيش عضوية سيليكونية . ويجب ان تمتاز ورانيش التشبييع بلزوجة قليلة وبقدرة جيدة على النفاذية . ويجب ان يخلو الورنيش من المواد التى تبدى تأثيرا ضارا على عازل الاسلاك والملف . ويجب ان تصمد ورانيش التشبييع لمدة طويلة لتأثير الحرارة التشغيلية بدون ان تفقد فى هذه الحالة الخواص العازلة .

وتشبع ملفات الممكنات الكهربائية مرة واحدة او مرتين او ثلاث مرات تبعا لظروف استخدامها ومتطلبات المقاومة الكهربائية والوسط المحيط ونظام العمل وهلمجرا . وتفحص باستمرار لزوجة وكثافة الورنيش فى الحوض عند تشبييع الملفات ، وذلك لان مذيبيات الورانيش تتطاير بالتدريج وتتكشف الورانيش نفسها . وفى هذه الحالة تنخفض بشدة امكانية نفاذها فى عازل اسلاك الملف الواقعة فى شقوق قلب العضو الساكن او الدوار ، وتنخفض بالاختصاص فى



الورانيش الكثيفة عند الترقيد المتراص للاسلاك فى الشقوق . وقد  
يؤدى العزل غير الكافى للملفات فى ظروف معينة الى الخرق الكهربائى  
لعازلها . ويقام للحفاظ على الكثافة المطلوبة للورانيش باضافة  
المذيبات بشكل دورى الى حوض التشبيع .

وتجفف ملفات المكثات الكهربائية بالهواء الساخن فى غرف  
خاصة بعد التشبيع . وتقسم غرف التجفيف حسب طريقة التسخين  
الى غرف ذات تسخين بالكهرباء او بالغاز او بالبخر ، وحسب  
نظام دورة الهواء المسخن تقسم الى غرف ذات دورة طبيعية او  
اصطناعية (اجبارية) ، وحسب نظام التشغيل يميز بين غرف التجفيف  
ذات العمل الدورى والمستمر .

وللاستخدام المتكرر لحرارة الهواء المسخن ولتحسين نظام  
التجفيف فى الغرف تستعمل طريقة اعادة الدورة التى يعود فيها  
٥٠ - ٦٠٪ من الهواء الساخن الذى اكمل عمله الى غرفة التجفيف  
ثانية . وتستخدم لتجفيف الملفات فى معظم مصانع الاصلاح  
الكهربائى وفى الورشات الكهربائية للمؤسسات الصناعية غرف  
تجفيف ذات تسخين بالكهرباء .

وهذه الغرفة هى عبارة عن بنية هيكلى ملحوم من الصلب  
مركب على ارضية من الخرسانة . وتكون جدران الغرفة مبطنة بالآجر  
وبطبقة من الخبث القطنى . ويسخن الهواء المدفوع الى الغرفة  
بسخانات كهربائية مكونة من طقم عناصر تسخين انبوبية . ويتم  
ملء واخلاء الغرفة بواسطة عربة يمكن التحكم فى حركتها (الى  
الامام والوراء) من لوحة التحكم . واما اجهزة بدء وتشغيل المروحة  
وعناصر التسخين فى الغرفة فهى محمية (اي تعمل بنظام القفل  
المتشابك) بحيث يمكن تشغيل عناصر التسخين فقط بعد تشغيل

المروحة . وتجري حركة الهواء خلال جهاز التسخين الى الغرفة بدورة مغلقة .

ويقذف بالهواء الذى اتم عمله كلياً الى الجو فى المرحلة الاولى للتجفيف ( ١ - ٢ ساعة بعد البدء ) وذلك عندما تتبخر الرطوبة الموجودة فى الملفات بسرعة ، ويعاد الى الغرفة فى الساعات التالية للتجفيف جزء من الهواء الساخن الذى اتم عمله والذى يحتوى على كميات قليلة من الرطوبة وبخرة المذيب . وتتوقف الحرارة القصوى القائمة فى الغرفة على بنى العازل ودرجة مقاومته للتسخين ولكنها لا تزيد عادة عن  $200^{\circ}\text{C}$  واما الحجم الداخلى النافع للغرفة فيحدد بابعاد المكثات الكهربائية الجارية اصلاحها .

وتجري اثناء تجفيف الملفات مراقبة مستمرة لحرارة غرفة التجفيف والهواء الخارج منها . وتتوقف مدة التجفيف على بنى ومادة الملفات المشبعة وابعاد القطعة المصنوعة وخواص ورنيش التشبيع والمذيبات المستعملة وحرارة التجفيف وطريقة دوران الهواء فى غرفة التجفيف والقدرة الحرارية لجهاز التسخين .

وتوضع الملفات فى غرفة التجفيف على نحو بحيث يلفحها الهواء الساخن بشكل افضل ، وتنقسم عملية التجفيف الى تسخين الملفات لاجراج المذيبات وتحميص طبقة الورنيش .

وعند تسخين الملفات لاجراج المذيبات ، يكون من غير المرغوب فيه رفع الحرارة لاكثر من  $100 - 110^{\circ}\text{C}$  وذلك لانه من الجائز حدوث اخراج جزئى للورنيش من المساحات والاعمية الشعرية والاهم من ذلك حدوث تحميص جزئى لطبقة الورنيش قبل اخراج المذيب كلياً . ويؤدى هذا عادة الى جعل طبقة الورنيش مسامية ويزيد من صعوبة اخراج بقايا المذيب .



ويعجل تبادل الهواء العنيف عملية اخراج المذيبات من الملفات . ويجرى اختيار سرعة ابدال الهواء فى كل حالة موضوعية تبعا لبنيان وقوام عازل الملفات وورانش التثبيح والمذيبات . ولاختصار مدة التجفيف يسمح فى المرحلة الثانية لتجفيف الملفات اى اثناء تحميم طبقة الورنيش برفع حرارة تجفيف الملفات مع العازل من الصنف A الى ١٣٠ - ١٤٠ م° لفترة قصيرة (لا تزيد عن ٥ - ٦ ساعات) . واذا لم يرضخ الملف للتجفيف (اى تبقى مقاومة العازل منخفضة بعد عدة ساعات من التجفيف) تتاح للمكنة فرصة للتبريد الى درجة حرارة تزيد عن درجة حرارة الهواء المحيط بمقدار ١٠ - ١٥ م° ، ومن ثم يجفف الملف من جديد . وعند تبريد المكنة يراعى بان لا تهبط درجة حرارتها الى درجة حرارة الهواء المحيط وخلافا لذلك تترسب عليها الرطوبة ويترطب الملف .

وتتكون عمليات التثبيح والتجفيف موحدة وممكنة فى المؤسسات الكبرى للاصلاح الكهربائى . وتستخدم لهذا الغرض وحدة خط تجميع خاصة للتثبيح والتجفيف .

اختبار الملفات . ان المؤشرات الاساسية لنوعية عازل الملف التى تحدد ثبات عمل المكنة الكهربائية هى المقاومة والمتانة الكهربائية . ولذا تجرى اثناء عملية تجهيز ملفات المكنات الجارى اصلاحها الاختبارات اللازمة عند كل انتقال من عملية تكنولوجية الى اخرى . ومع الاستمرار فى انجاز عمليات تجهيز الملف والتقدم نحو المرحلة الختامية تنخفض قيم الفلطيات الاختبارية لتصبح قريبة من القيم المسموح بها والمرعية حسب القوانين المناسبة . ويفسر هذا بانه بعد انجاز بعض العمليات المستقلة قد تقل مقاومة العازل فى كل

مرة . واذا لم يجر تخفيض الفلطيات الاختبارية في بعض مراحل  
الاصلاح فقد يحدث خرق للعازل في لحظة ما من جاهزية الملف  
حيث تتطلب عندها اعادة كل العمل المنجز سابقا لازالة هذا  
العيب .

ويجب ان تكون الفلطيات الاختبارية كذلك بحيث تظهر  
اثناء الاختبارات قطاعات العازل ذات العيوب وعلى ان لا يتضرر  
الجزء الصالح للعازل في الوقت نفسه .

وقد اوردت قيم الفلطيات الاختبارية اثناء سير عملية اصلاح  
الملفات في الجدول رقم ٧ .

الجدول ٧

### قيم الفلطيات الاختبارية اثناء اصلاح الملفات

عملية الاصلاح			الفلطية الاختبارية، فلت، عند الفلطية المقدرة للمكنة، فلت
الى ٢٣٠	٤٠٠	٦٦٠	
٢٠٠٠	٢٣٠٠	٢٦٠٠	تجهيز او اعادة عزل الوشيعه بعد وضعها في الشقوق واسفتها ولكن قبل توصيل المخطط
١٧٠٠	٢٠٠٠	٢٢٠٠	نفس الشيء بعد توصيل ولحام وعزل المخطط
١٣٠٠	١٦٠٠	١٨٠٠	اختبار الوشيعه الغير مرفوعة من الشقوق
١١٠٠	١٣٠٠	١٦٠٠	اختبار الملف كله بعد توصيل المخطط عند الاصلاح الجزئي للملفات

ملاحظة: طول فترة الاختبارات دقيقة واحدة .



ويدخل في قائمة اختبارات الملفات قياس مقاومة عازل الملفات قبل التشبيع وبعد التشبيع والتجفيف . وعدا عن ذلك تختبر المتانة الكهربائية لعازل الملفات بتوصيل فلطية عالية اليه . ويجب بعد التشبيع والتجفيف ان لا تقل مقاومة عازل ملفات المحركات الكهربائية العاملة بفلطية تبلغ ٦٦٠ فلط المقاسة بميجاومتر محسوب على ١٠٠٠ فلط عن : ٣ ميجاوم - لملف العضو الساكن و ٢ ميجاوم - لملف العضو الدوار (بعد اعادة اللف كليا) ، ١ ميجاوم لملف العضو الساكن و ٠,٥ ميجاوم - لملف العضو الدوار (بعد اعادة اللف جزئيا) . ان القيم المشار اليها لمقاومات عازل الملفات غير نظامية بل يوصى بها انطلاقا من الممارسة العملية للاصلاح واستخدام الممكنات الكهربائية المرممة . ويجب ان تتعرض جميع الممكنات الكهربائية للاختبارات المناسبة بعد الاصلاح . وينبغي عند الاختبارات واختيار اجهزة القياس لها وتجميع مخطط القياسات وتحضير الممكنة الجارى اختبارها واقرار طرق وانظمة الاختبارات وكذلك تقييم نتائج الاختبارات الاسترشاد بالتعليمات المناسبة .

#### البند ٤٥ . تربيط وموازنة الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج

التربيط . تظهر عند دوران الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج للممكنات الكهربائية القوى الطاردة المركزية ، التى تحاول قذف الملف من الشقوق واستبدال الاجزاء الجبهية له . وتستخدم لمكافحة تأثير القوى الطاردة المركزية وللإبقاء على الملف فى الشقوق الاسفنة وتربيط الملفات الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج . ان استخدام طريقة تثبيت الملفات (بالاسافين والاربطة)

متوقف على شكل شقوق العضو الدوار او عضو الانتاج . وتستخدم عند اشكال الشق النصف مفتوحة والنصف مغلقة اسافين فقط واما عند الشكل المفتوح للشق فتستخدم اربطة او اسافين . وتثبت الاجزاء الشقية للملفات في قلوب اعضاء الانتاج والاعضاء الدوارة بواسطة اسافين او اربطة من سلك تربيط من الصلب او بشريط من الليف الزجاجي وكذلك بالاسافين والاربطة في آن واحد . وللتثبيت المتين للملفات اهمية كبرى وذلك لضرورة صموده لتأثير ليس فقط القوى الطاردة المركزية بل القوى الديناميكية ايضا والتي تتعرض لتأثيرها الملفات عند التغير المفاجيء للتيار فيها . ويستعمل لتربيط الاعضاء الدوارة سلك مبيض من الصلب بقطر ٨،٠ - ٢ مم يمتاز بمقاومة كبيرة للقطع .

وتجلس الاجزاء الجبهية للملف قبل لف الاربطة بضربات شاكوش خلال حشوة خشبية لكي تتوزع على محيط دائرة . ويغطي عند تربيط العضو الدوار الفراغ الكائن تحت الاربطة باشرطة من الكرتون الكهربائي مسبقا لتكوين حشوة عازلة بين قلب العضو الدوار والرباط تبرز بمقدار ١ - ٢ مم عن طرفي الرباط .

ويلف الرباط باكملة من قطعة سلك واحدة بدون لحامات . وتوضع على الاجزاء الجبهية للملف تفاديا لانتفاخها لفات السلك من منتصف العضو الدوار نحو طرفيه . واذا وجدت اقنية خاصة للعضو الدوار فيجب ان لا يبرز سلك التربيط والاقفال من فوقها وعند انتفاء الاقنية يجب ان يكون سمك الاربطة وموقعها كما كانا عليه قبل الاصلاح .

ويجب ان توضع القوامط الجارى تركيبها على العضو الدوار فوق الاسنان وليس فوق الشقوق ، وفي هذه الحالة يجب ان يكون



عرض كل قامطة اقل من عرض الجزء العلوى للسن . وتوزع القوامط على الاربطة بانتظام على محيط دائرة العضو الدوار وبمسافة بينها لا تزيد عن ١٦٠ مم .

ويجب ان تكون المسافة بين رباطين متجاورين ٢٠٠ - ٢٦٠ مم . وتثبت بداية ونهاية سلك التربيط بقامطتى قفل بعرض ١٠ - ١٥ مم توضعان على مسافة ١٠ - ٣٠ مم بين احداها والاخرى . وتلف اطراف القوامط على فتل الرباط وتلحم بمونة لحام من القصدير والرصاص .

ويغطى سطح الاربطة الملفوفة باكملة بمونة لحام من القصدير والرصاص وذلك لزيادة متانتها وللحيلولة دون تحطمها بالقوى الطاردة المركزية الناجمة عن كتلة الملف عند دوران العضو الدوار . ويجرى لحام الاربطة بكأوية اللحام ذات القوس الكهربائى مع قضيب من النحاس بقطر ٣٠ - ٥٠ مم الموصول بمحول اللحام الكهربائى .

وغالبا ما تستبدل فى الممارسة العملية للاصلاح الاربطة السلكية باخرى منجزة بشرائط زجاجية من ليف زجاجى وحيد الاتجاه (فى الاتجاه الطولى) ومشبع بورانيش ذات رد فعل حرارى . ويستخدم لللف الاربطة بالشريط الزجاجى نفس الجهاز المستخدم للتربيط بسلك من الصلب ولكن بتجهيزات مضافة اليه على شكل عجلات شد اسطوانية دوارة ومركدات الشريط .

وخلافا للتربيط بسلك من الصلب يسخن العضو الدوار الى ١٠٠°م قبل لف الاربطة عليه بالشريط الزجاجى . وهذا التسخين ضرورى لانه عند وضع الرباط على العضو الدوار البارد ينخفض

التوتر المتخلف في الرباط عند تحميله أكثر مما ينخفض عند  
تربيط العضو الدوار المسخن .

ويجب ان يزيد مقطع الرباط من الشريط الزجاجي بما لا يقل  
عن مرتين عن مقطع الرباط من السلك . ويجرى تثبيت اللفة الأخيرة  
من الشريط الزجاجي مع الطبقة الواقعة تحتها اثناء عملية تجفيف  
الملف عند تحميل الورنيش ذي رد الفعل الحراري المشبع به  
الشريط الزجاجي . ولا تستخدم الاقفال والقوامط والعازل ما تحت  
الاربطة عند تربيط ملفات الاعضاء الدوارة بشريط زجاجي .

الموازنة . تعرض الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج المرممة  
للمكنات الكهربائية للموازنة الستاتيكية ، وعند الضرورة للموازنة  
الديناميكية وذلك بعد تجميعها مع المراوح والاجزاء الدوارة الاخرى.  
وتجرى الموازنة على مكينات خاصة لاظهار عدم التوازن لكتل العضو  
الدوار او عضو الانتاج لكونه السبب الدائم لحدوث الارتجاج  
اثناء عمل المكنة .

ويتكون العضو الدوار وعضو الانتاج من عدد كبير من القطع  
ولذا لا يمكن ان يكون توزيع الكتل فيهما منتظما بشكل دقيق .  
واسباب التوزيع الغير منتظم للكتل هي - اختلاف السمك او الكتلة  
لبعض القطع ، ووجود تقعرات فيها ، والامتداد المتباين للاجزاء  
الجبهية للملف وغيرها .

وقد تكون كل قطعة داخلية في تكوين العضو الدوار او عضو  
الانتاج المجمع غير متوازنة نتيجة ازاحة خطوط محاور قوة الاستمرار  
عن خط محور الدوران . ويمكن في العضو الدوار او عضو الانتاج  
المجمع ان يحدث جمع الكتل غير المتوازنة لبعض القطع  
او تعويضها المتبادل وذلك تبعا لمواقعها .



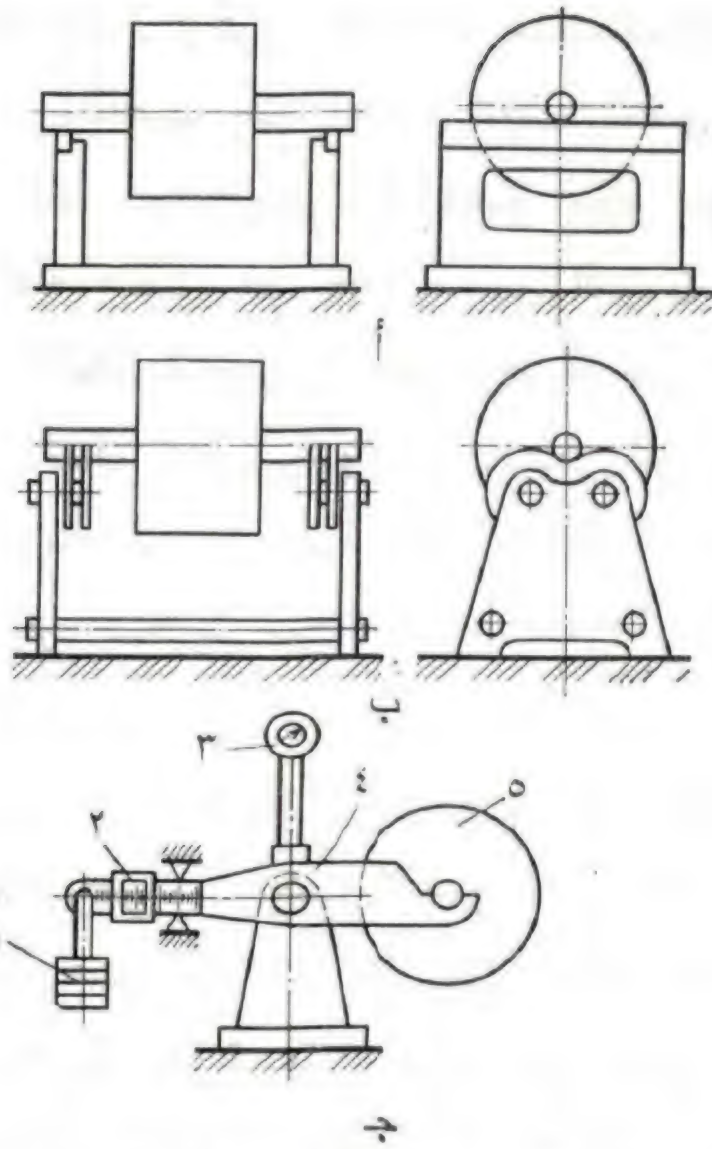
وتدعى الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج التى لا يتطابق فيها خط المحور الرئيسى المركزى لقوة الاستمرار مع خط محور الدوران بالاعضاء الغير متوازنة . وكقاعدة فان عدم التوازن يتألف من مجموع عدم التوازن الستاتيكي والديناميكي .

ويسبب دوران العضو الدوار وعضو الانتاج اللذين لم تجر موازنتهما الارتجاج القادر على تحطيم كراسى التحميل واساس الممكنة . ويزال التأثير الهدام للاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج الغير متوازنة بطريقة موازنتها ، التى تنحصر فى تحديد مقدار ومكان الكتلة الغير متوازنة .

ويجرى تحديد عدم التوازن بالموازنة الستاتيكية او الديناميكية . ويتوقف اختيار طريقة الموازنة على دقة التوازن التى يمكن بلوغها على المعدات الموجودة .

ويتم عند الموازنة الديناميكية الحصول على نتائج أعلى لتعويض عدم التوازن (أقل عدم توازن متبقى) مما هى عليه عند الموازنة الستاتيكية . ويمكن بموازنة كهذه ازالة عدم التوازن الديناميكي وكذلك الستاتيكي على حد سواء . وعند ضرورة ازالة عدم التوازن على طرفى العضو الدوار او عضو الانتاج ينبغى فقط اجراء الموازنة الديناميكية . وتجرى الموازنة الستاتيكية عند عدم دوران العضو الدوار على المواشير (الشكل ١٥٥ ، أ) او على الاقراص (الشكل ١٥٥ ، ب) او على موازين خاصة (الشكل ١٥٥ ، ج) . ويمكن بهذه الموازنة ازالة عدم التوازن الستاتيكي فقط .

ويقام لتحديد عدم التوازن باخراج العضو الدوار من حالة التوازن بدفعة خفيفة . وسوف يحاول العضو الدوار (عضو الانتاج) الغير متوازن العودة الى وضع يصبح فيه جانبه الثقيل فى الاسفل .



الشكل ١٥٥ . طرق الموازنة الستاتيكية للأعضاء الدوارة ولأعضاء الانتاج :  
 أ- على المواشير ، ب- على الأقراص ، ج- على موازين خاصة ؛ ١- ثقل ،  
 ٢- إطار الثقل ، ٣- مؤشر ، ٤- إطار ، ٥- العضو الدوار (عضو الانتاج)  
 الجارى موازنته

وبعد توقف العضو الدوار يعلم بالطبشور المكان الذى أصبح فى  
 الوضع العلوى . وتكرر هذه العملية عدة مرات وذلك للتأكد من  
 ان العضو الدوار (عضو الانتاج) يتوقف دائما فى هذا الوضع .  
 ويدل توقف العضو الدوار فى الوضع ذاته على انحراف مركز الثقل .  
 وتركب فى المكان المخصص لاثقال الموازنة (يكون هذا على  
 الاغلب القطر الداخلى لطوق الوردة الضاغطة) اثقال تجريبية مع



تثبيتها بواسطة معجون . وتكرر بعد ذلك عملية الموازنة . ومع اضافة كتلة الاثقال او انقاصها يتم تحقيق توقف العضو الدوار فى اى وضع اختيارى كان . وهذا يعنى ان العضو الدوار متوازن ستاتيكيًا ، اى ان مركز ثقله منطبق مع خط محور الدوران . وبعد انتهاء الموازنة تستبدل الاثقال التجريبية بثقل واحد له نفس المقطع والكتلة المساوية لكتلة الاثقال التجريبية والمعجون ولكن اقل بما يعادل كتلة جزء من الالكترود الذى سيستهلك للحام الثقل الدائمى . ويمكن تعويض عدم التوازن بتخريم الجزء المناسب من المعدن من الجانب الثقيل للعضو الدوار .

ان الموازنة على موازين خاصة هى ادق بكثير من الموازنة على المواشير والاقراص . يركب العضو الدوار ٥ الجارية موازنته حيث تقع اعناق عمود الدوران على ركائز الاطار ٤ الذى يستطيع الدوران حول محوره بزاوية ما . ويتم مع تدوير العضو الدوار الجارية موازنته تحقيق القيمة الكبرى للمؤشر ٣ والتى ستحصل بشرط وقوع مركز ثقل العضو الدوار المشاهد فى الشكل (على اكبر بعد عن محور دوران الاطار) . ويتم باضافة الثقل - الاطار ٢ مع التدريجات الى الثقل ١ تحقيق موازنة العضو الدوار التى تحدد بعقرب المؤشر . وينطبق العقرب فى لحظة التوازن على تدريج الصفر .

واذا قمنا بتدوير العضو الدوار الى  $180^\circ$  فان مركز ثقله سيقرب نحو محور تأرجح الاطار بمقدار ضعف انحراف مركز الثقل للعضو الدوار بالنسبة لمحوره . ويجرى الحكم على هذه اللحظة باقل قراءة للمؤشر . ويقام بموازنة العضو الدوار ثانية بتحريك الاطار الثقل ٢ على المسطرة المدرجة بالغرامات

لكل سنتيمتر . ويجرى الحكم على قيمة عدم التوازن بقراءة مقياس  
الاوزان . وتستخدم الموازنة الستاتيكية للاعضاء الدوارة ذات سرعة  
الدوران التى لا تزيد عن ١٠٠٠ دورة/دقيقة . وقد يكون للعضو  
الدوار (عضو الانتاج) الذى تم موازنته ستاتيكية عدم توازن ديناميكي ،  
ولذا يقام على الاغلب بتعريض الاعضاء الدوارة ذات سرعة الدوران  
التى تزيد عن ١٠٠٠ دورة/دقيقة للموازنة الديناميكية ، التى تجرى  
عندها ازالة كل من شكلى عدم التوازن - الستاتيكي والديناميكي .  
وتجرى عند اصلاح المكنات الكهربائية الموازنة الديناميكية  
على مكنة الموازنة عند سرعة دوران منخفضة (بالمقارنة مع سرعة  
الدوران التشغيلية) او عند دوران العضو الدوار (عضو الانتاج) فى  
كراسى التحميل الخاصة بهما بسرعة دوران تشغيلية .

وتعتبر المكنة من الطراز الرينى هى الاكثر ملاءمة للموازنة  
الديناميكية (الشكل ١٥٦) وتتكون من قائمين ملحومين ١ ولوحات  
ارتكاز ٩ ورؤوس التوازن . وقد تكون الرؤوس المكونة من كراسى  
التحميل ٨ والشدف ٦ مثبتة بلاحرك بالبراغى ٧ او متأرجحة بحرية  
على الشدف . ويتم تدوير العضو الدوار ٢ الجارية موازنته بالمحرك  
الكهربائى ٥ . وتستخدم قارنة الفصل ٤ لفصل العضو الدوار المتحرك  
عن وسيلة الادارة فى لحظة التوازن .

وتتألف الموازنة الديناميكية للاعضاء الدوارة من عمليتين :  
قياس القيمة الاولى للارتجاج التى تعطى انطباعا عن مقدار عدم  
التوازن لكتل العضو الدوار ، وتحديد كتلة الثقل الموازن لاحد طرفى  
العضو الدوار وايجاد الموقع المناسب لهذا الثقل .

وتثبت عند العملية الاولى رؤوس المكنة بالبراغى ٧ . ويدار  
العضو الدوار ٢ بواسطة المحرك الكهربائى ٥ وبعد ذلك تفصل وسيلة





اهتزاز الرأس لكل وضع من اوضاع الثقل . وستصبح النقطة التي يكون فيها مدى الاهتزازات اقل ما يمكن ، مكانا لازما لوضع الثقل فيه .

وبعد انجاز موازنة طرف واحد للعضو الدوار يقام بموازنة طرفه الآخر بالطريقة ذاتها . وبعد الانتهاء من موازنة كلا الطرفين للعضو الدوار يقام نهائيا بتثبيت الثقل الموضوع مؤقتا بواسطة اللحام او ببراغى ، وهنا تؤخذ بعين الاعتبار كتلة خط اللحام او البراغى . وغالبا ما تستخدم كثقل قطع من الصلب الشرائحى . ويجب ان يكون تثبيت الثقل متينا اذ ان الثقل المثبت بمتانة غير كافية قد ينفصل اثناء عمل المكنة عن العضو الدوار ويتسبب فى تعطيل المكنة او فى وقوع حادث مؤسف .

وبعد تثبيت الثقل الدائم يعرض العضو الدوار لموازنة تفقدية ، فاذا كانت النتائج مرضية ينقل الى قسم التجميع للقيام بتجميع المكنة .

#### البند ٤٦ . تجميع المكنات الكهربائية واختبارها

التجميع . ان العملية التكنولوجية التى يتم اثناءها ، بالانجاز المتوالى لعمليات ربط القطع الجاهزة ، تكوين الوحدة التجميعية او المصنوعة الجاهزة الملبيه لمتطلبات هندسية محدودة او للمواصفات ، تدعى بالتجميع .

ان التجميع الذى يسفر عن تكوين مصنوعة جاهزة بالكامل ، مثل المكنة الكهربائية ، يدعى بالتجميع العام . والتجميع العام - هو المرحلة النهائية لاصلاح المكنة الكهربائية والتى يتم اثناءها اقتران العضو الدوار مع العضو الساكن بواسطة لوحات كراسى التحميل وتجميع القطع المتبقية للمكنة . وكقاعدة يجرى التجميع

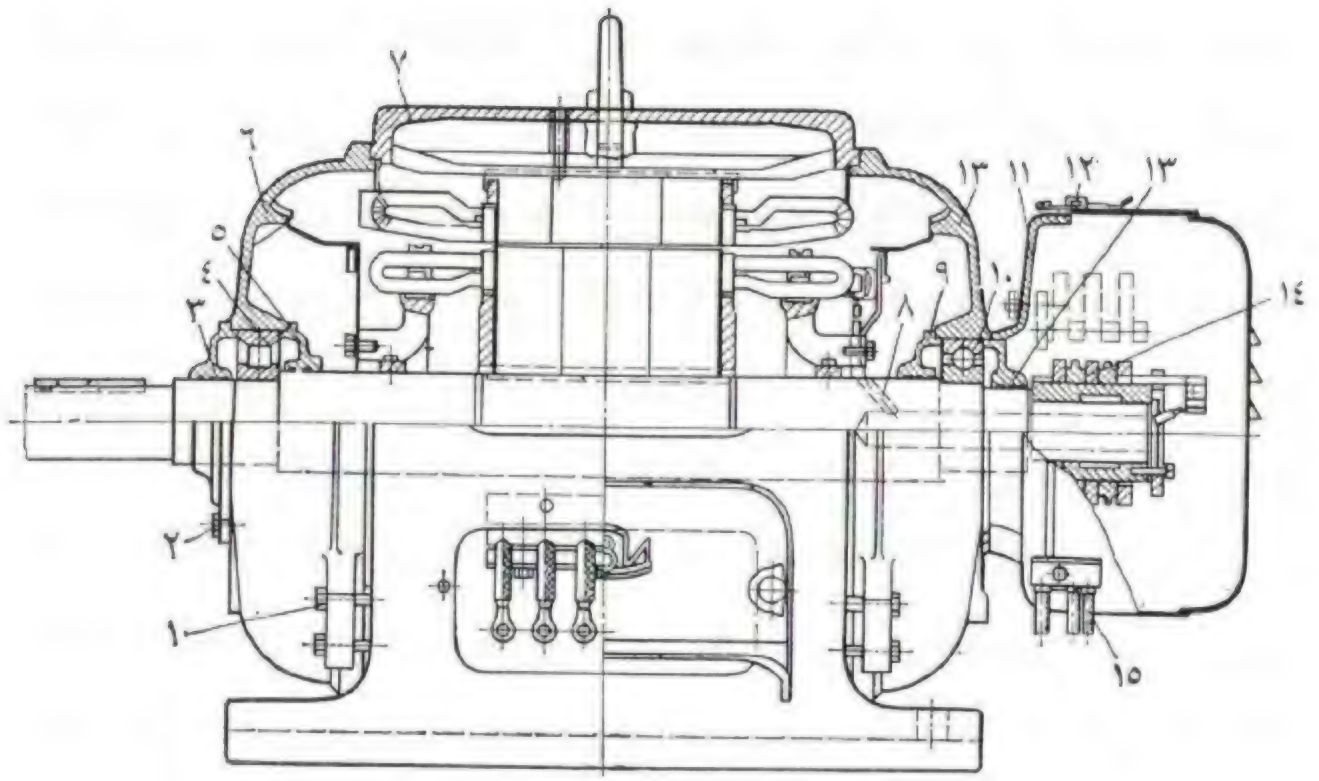


العام لاية مكنة فى تعاقب معاكس لفكها . وتتلخص ميزة عمل الميكانيكى الكهربائى المختص باصلاح المكنات الكهربائية فى انه يضطر على الاغلب الى فك وتجميع مكنات كهربائية مختلفة التصاميم كليا ، بينما يقوم ميكانيكى التجميع فى مصنع بناء المكنات الكهربائية فقط بتجميع قطع مستقلة للمكنة او مكنات من طراز واحد . ولذا يجب ان يكون ميكانيكى الاصلاح الكهربائى مكتسبا للخبرات اللازمة للقيام بانجاز جميع عمليات التجميع بنفسه . ويجب التأكد قبل تجميع المكنة من انه قد تم تنظيف وغسل واصلاح واختبار جميع قطعها . ويجب انجاز تجميع المكنة بشكل لا تتضرر معه الملفات وعضو التوحيد ومواسك الفراشى وجهاز الفراشى وحلقات تزيت كراسى التحميل الانزلاقية وغيرها من قطع المكنة .

وتستعمل عند التجميع ، عدا عن الادوات العادية ، ادوات خاصة واجهزة تسهل انجاز عمليات التجميع المستقلة وتزيد من انتاجية عمل طاقم الاصلاح - هى مفاتيح صواميل طرفية واخرى محشورة فى ظرف المثقب وكذلك ادوات تعمل بالكهرباء والهواء المضغوط .

ويقام بتجميع المكنة فى تعاقب معين بحيث ان كل قطعة يجرى تركيبها تقرب المكنة من الوضع المجمع وفى الوقت ذاته لا تستدعى ضرورة اعادة عمل ما سبق وتكرار العمليات .

وقد ورد ادناه التعاقب التكنولوجى لانجاز اعمال التجميع الاساسية ومحتوى العمليات التى تجرى فى هذه الحالة كمثال لتجميع اكثر المكنات الكهربائية انتشارا - المحرك اللاتزامنى ذو العضو الدوار الطورى والمكنات العاملة بالتيار المستمر .



الشكل ١٥٧ . محرك كهربائي لاتزامنى

ويجرى تجميع المحرك الكهربائي اللاتزامنى (الشكل ١٥٧) على اختلاف انواعه التصميمية حسب التعاقب التالى : يغسل كرسى التحميل ٤ وتسخن حلقة الداخلية مع الاسطوانات الدوارة والفاصل فى حوض زيتى او بطريقة التأثير حتى حرارة  $90^{\circ}\text{C}$  ويلبس على عمود الدوران الغطاء ٥ لكبرى التحميل الامامى وتجلس الحلقة الداخلية المسخنة لكبرى التحميل . ويلبس على عمود المحور الغطاء ٩ لكبرى التحميل الخلفى . ويغسل كرسى التحميل ١٠ ويسخن حتى  $90^{\circ}\text{C}$  ويجلس على عمود الدوران . ومن ثم يلبس على عمود الدوران الغطاء ١٣ لكبرى التحميل . وتجلس على عمود الدوران حلقات التلامس ١٤ وتوصل مع الاطراف الخارجة لملف العضو الدوار .

ويقام بوضع صفيحة من الكرتون الرقيق فى تجويف العضو الساكن وادخال العضو الدوار فى العضو الساكن يدويا وبعد ذلك



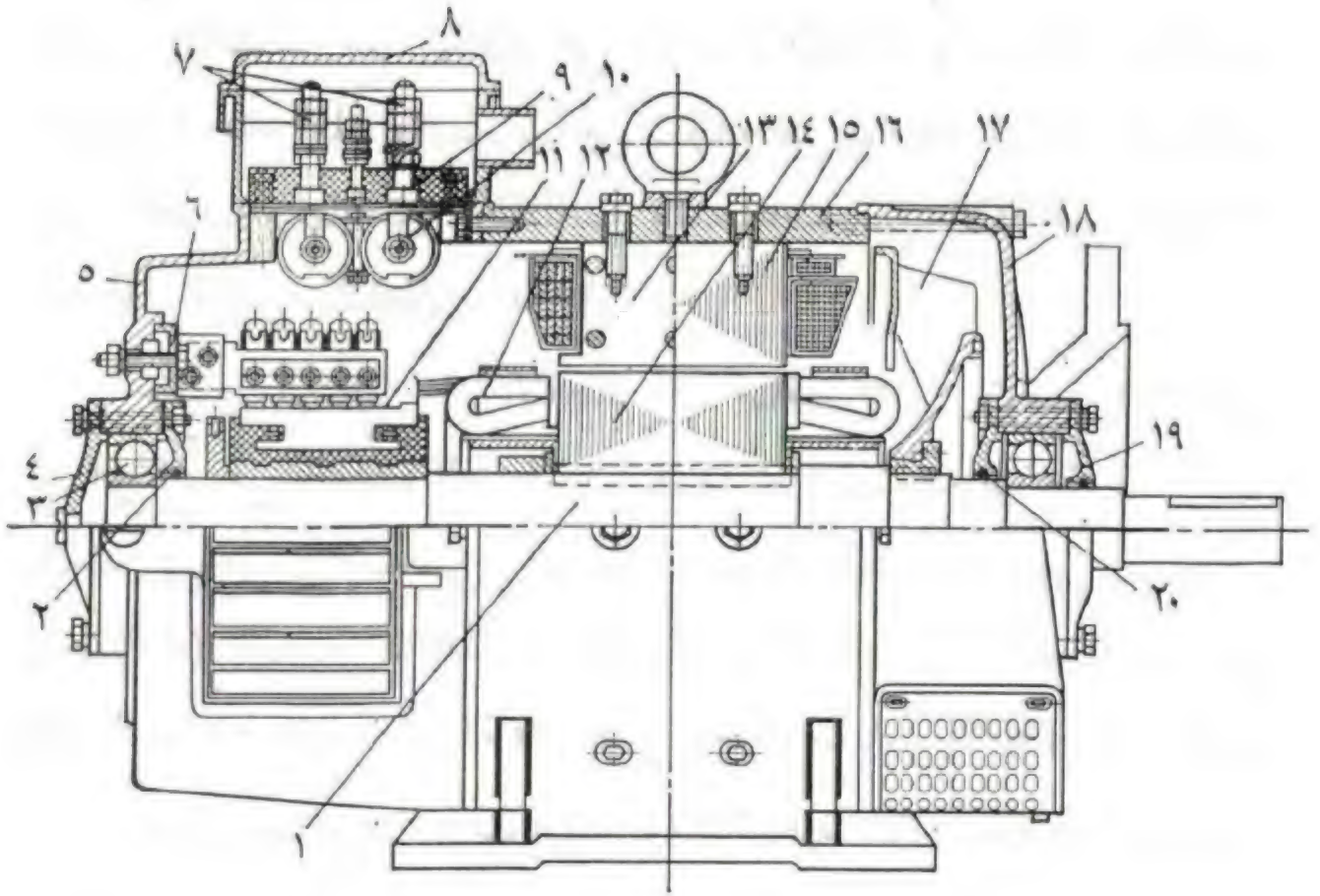
تستخرج صفيحة الكرتون من التجويف وذلك برفع العضو الدوار قليلا من طرفى عمود الدوران . وتدخل الحلقة الخارجية لكبرى التحميل ٤ ذى الاسطوانات فى تجويف اللوحة ٦ لكبرى التحميل وتسحب اللوحة على كبرى التحميل مع توجيهها بواسطة الصبلمة المركبة فى الغطاء ٥ لكبرى التحميل .

ويرفع العضو الدوار قليلا من طرف عمود الدوران وتدخل حافة اللوحة ٦ فى تجويف فتحة القاعدة الحاملة ٧ وتربط البراغى ١ بدون شدها نهائيا . وتلبس اللوحة ٨ لكبرى التحميل على كبرى التحميل ١٠ ذى الكريات مع توجيهها بواسطة الصبلمة المركبة فى الغطاء ٩ .

ويرفع العضو الدوار قليلا من حلقات التلامس وتدخل حافة اللوحة ٨ فى فتحة القاعدة الحاملة ٧ وتربط البراغى بدون شدها نهائيا ، ومن ثم تفحص سهولة دوران العضو الدوار وذلك بضبط شد البراغى المثبتة للوحات كراسى التحميل على القاعدة الحاملة للمكانة . ويوضع شحم كثيف فى كراسى التحميل . ويلبس الغطاء

٣ على عمود الدوران ويربط البرغيان ٢ مع شدهما بانتظام لكى يدخل الغطاء ٥ فى تجويف اللوحة ٦ بدون انحرافات . وتفك الصبلمة من الغطاء ٥ ويربط البرغى الثالث ٢ فى مكان الصبلمة . يسحب الغطاء ١٣ حتى يلتصق بكبرى التحميل ١٠ ذى

الكريات ، ويلبس الصحن ١١ مع توجيهه بواسطة الصبلمة المركبة فى الغطاء ٩ . ويربط البرغيان (لا يظهران فى الشكل) ، المثبتان للصحن ١١ مع شدهما بانتظام ، لكى يدخل الغطاء ٩ فى تجويف اللوحة ٨ لكبرى التحميل بدون انحرافات . وتفك الصبلمة من الغطاء ٩ ويربط البرغى الثالث المثبت للصحن ١١ فى مكان الصبلمة .



الشكل ١٥٨ . مكنة عاملة بالتيار المستمر

تفحص سهولة دوران العضو الدوار وذلك بضبط شد البراغي ،  
المثبتة لغطاء كراسي التحميل . وتنزل الفرش على حلقات التلامس  
وتفحص وضعها على الحلقات . وتوصل الاطراف الخارجة ١٥ بمواسك  
الفرش وتثبت في الوقب . ويلبس غطاء حلقات التلامس ١٤ ويغلق  
عليه بواسطة الاقفال ١٢ .

تفحص سهولة دوران العضو الدوار ويشغل المحرك الكهربائي  
لتجربته . ويركب خابور في القناة الخاصة به على طرف عمود  
الدوران . ويسلم المحرك الكهربائي للاسطى او للمراقب من قسم  
الرقابة الفنية .

ويجرى تجميع المكنة العاملة بالتيار المستمر (الشكل ١٥٨)  
على النحو التالي : تلبس على الاقطاب الرئيسية ١٥ وشائع الاثارة ،



وتركب الاقطاب مع الوشائع فى القاعدة الحاملة ١٦ طبقا للعلامات الموضوعية عند الفك وتثبت ببراغى . وتفحص بواسطة شبلونة المسافات بين كعوب (نهايات) الاقطاب والمسافات بين الاقطاب المتقابلة بواسطة مقياس الاقطار الداخلية .

وتلبس الوشائع على الاقطاب الاضافية ١٣ . وتوضع الاقطاب مع الوشائع فى القاعدة الحاملة ١٦ طبقا للعلامات الموضوعية عند الفك وتثبت ببراغى . وتفحص بواسطة شبلونة المسافات بين الكعوب (النهايات) القطبية للاقطاب الرئيسية والاضافية واما المسافات بين الاقطاب الاضافية المتقابلة فتفحص بواسطة مقياس الاقطار الداخلية . توصل وشائع الاقطاب الرئيسية والاضافية طبقا لمخطط التوصيل . ويفحص استقطاب الاقطاب الرئيسية والاضافية وكذلك قيمة امتداد الملف ١٢ الواقع فى القلب ١٤ لعضو الانتاج .

وتجلس المروحة ١٧ على عمود الدوران ١ طبقا للعلامات الموضوعية عند الفك . ويوضع شحم كثيف فى القنوات المتعرجة . ويلبس على عمود الدوران الغطاءان الداخليان ٢ و ٢٠ لكراسى التحميل . وتسخن كراسى التحميل ذات الكريات فى حوض زيتى او بطريقة التأثير ومن ثم تجلس على عمود الدوران بواسطة جهاز خاص ويوضع شحم كثيف فى كراسى التحميل . ويدخل عضو الانتاج فى القاعدة الحاملة باستعمال جهاز خاص .

يجمع موزع الحمل ٦ مع مواسك الفراشى على جهاز خاص وتلك (بالسنفرة) الفراشى ويربط موزع الحمل مع مواسك الفراشى ببراغى على اللوحة ٥ لكرسى التحميل وترفع الفراشى من اوقاب مواسك الفراشى .

تركب اللوحة الخلفية ١٨ لكبرى التحميل على كبرى التحميل  
ذى الكريات ، ويرفع عضو الانتاج قليلا من طرف عمود الدوران  
وتسحب لوحة كبرى التحميل نحو قفل القاعدة الحاملة وتربط براغى  
لوحة كبرى التحميل فى فتحة طرف القاعدة الحاملة بدون شدا  
حتى الاستعصاء .

تركب اللوحة الامامية ٥ لكبرى التحميل على كبرى التحميل  
٣ ذى الكريات . ويرفع عضو الانتاج قليلا وتدخل لوحة كراسى  
التحميل فى قفل القاعدة الحاملة . وتربط براغى لوحة كبرى التحميل  
فى ثقب طرف القاعدة الحاملة بدون شدا حتى الاستعصاء .  
وتفحص سهولة دوران عضو الانتاج مع شد براغى لوحات كراسى  
التحميل بالتدريج .

يلبس الغطاء ٤ لكبرى التحميل ذى الكريات ويشد الغطاءان  
٤ و ٢ بالبراغى . يوضع شحم كثيف فى القنوات المتعرجة .  
ويلبس الغطاء ١٩ لكبرى التحميل ذى الكريات ويثبت الغطاءان ١٩  
و ٢٠ بالبراغى . وتفحص سهولة دوران عضو الانتاج وذلك بتدويره  
من طرف عمود الدوران .

وتنزل الفراشى على عضو التوحيد . وتفحص المسافات بين  
فراشى الاصابع المختلفة على محيط دائرة عضو التوحيد وكذلك  
تفحص ازاحة الفراشى على طول عضو التوحيد . وتفحص المسافات  
بين عضو التوحيد ١١ ومواسك الفراشى .

تجمع المآخذ ٧ على اللوحة ٩ فى العلبة ٨ وتثبت عليها  
المكثفات ١٠ .

تركب لوحة المآخذ المجمعة على اللوحة الامامية ٥ لكبرى  
التحميل .



وتجرى التوصيلات الكهربائية طبقا للمخطط . وتفحص  
المسافات بين عضو الانتاج والاقطاب بواسطة مقاييس تحسس .  
توصل اسلاك التغذية من الشبكة الى المآخذ .

يجرى تشغيل تجريبي للمكنة . ويفحص اثناء التشغيل عمل  
الفراشي وكراسي التحميل . ويجب ان تعمل الفراشي بدون شرار  
وكراسي التحميل بدون ضجيج . وتغلق بعد انتهاء الاختبار فتحات  
المراقبة لعضو التوحيد باغطية . تفصل اسلاك التغذية وتغلق علبة  
المآخذ بالغطاء . تسلم المكنة المجمعة للاسطى او لمراقب من  
قسم المراقبة الفنية .

ويجب على الميكانيكى الكهربائى ان يتذكر عند انجاز  
اعمال التجميع بان العضو الدوار للمحرك الكهربائى الذى يبقيه  
المجال المغناطيسى للعضو الساكن فى الوضع المركزى يجب  
ان تكون له امكانية التحرك فى الاتجاه المحورى . وهذا  
ضرورى كيلا يقوم العضو الدوار عند اقل ازاحة بشحذ اطراف  
كراسي التحميل بتقاويره وكيلا يقوم باثارة قوى اضافية او احتكاكات  
للاجزاء المتقارنة للمكنة . ويجب ان تكون حرية الحركة المحورية  
المتوقفة على قدرة المكنة : ٢,٥ - ٤ مم عند القدرة البالغة ١٠ - ٤٠  
كيلوواط و ٤,٥ - ٦ مم عند القدرة البالغة ٥٠ - ١٠٠ كيلوواط .  
ويجب ان تكون قيم الخلوص بين الصلب الفعال للعضو الدوار  
والعضو الساكن والمقاسة فى اربع نقاط على طول المحيط متساوية .  
ويجب ان لا تختلف قيم الخلوص فى النقاط المتقابلة قطريا للعضو  
الدوار والعضو الساكن للمحرك الكهربائى اللاتزامنى وكذلك بين  
اواسط (مراكز) الاقطاب الرئيسية وعضو انتاج المكنة العاملة بالتيار  
المستمر عن بعضها البعض باكثر من  $\pm 10\%$  .

ويجب ان تكون قيمة الخلووص بين عمود الدوران والحاضن فى كراسى التحميل الانزلاقية ضمن الحدود المبينة فى الجدول رقم ٨ .

الجدول ٨

قيم الخلووص بين عمود الدوران والحاضن فى كراسى التحميل الانزلاقى

قيمة الخلووص ، مم ، عند سرعة دوران العضو الدوار فى الدقيقة			قطر عمود الدوران ، مم
اكثر من ١٥٠٠	١٥٠٠ - ١٠٠٠	حتى ١٠٠٠	
٠,٢٨ - ٠,١٤	٠,١٣ - ٠,٠٦	٠,٠٩ - ٠,٠٤	٣٠ - ١٨
٠,٣٤ - ٠,١٧	٠,١٦ - ٠,٠٨	٠,١١ - ٠,٠٥	٥٠ - ٤٠
٠,٤٠ - ٠,٢٠	٠,١٩ - ٠,٠٩	٠,١٤ - ٠,٠٧	٨٠ - ٦٠
٠,٤٦ - ٠,٢٣	٠,٢٤ - ٠,١٢	٠,١٦ - ٠,٠٨	١٢٠ - ٩٠

الاختبار والفحص والقياس . تصادف فى الممارسة العملية للاصلاح وبشكل رئيسى انواع الاختبارات التالية : الاختبار ما قبل بدء الاصلاح وفى اثنائه للتأكد من طابع العطل ، اختبار قطع المكنة التى جهزت من جديد ، اختبار المكنة المجمعة بعد الاصلاح . وتجربى اختبارات وفحوصات المكنة المجمعة بعد الاصلاح حسب البرنامج التالى :

— فحص مقاومة عازل جميع الملفات بالنسبة للهيكل وما بينها نفسها ،

— فحص صحة تعليم نهايات اطراف الاخراج ،

— قياس مقاومة الملفات للتيار المستمر ،

— فحص معامل التحويل للمحركات اللاتزامنية ذات العضو

الدوار الطورى ،



- اجراء تجربة التشغيل البطئ ،
  - اختبار على سرعة دوران زائدة ،
  - اختبار العازل ما بين اللفات ،
  - اختبار المتانة الكهربائية للعازل .
- وتبعاً لطابع وحجم الاصلاح الذى تم اجراءه يكتفى احيانا فقط بانجاز جزء من الاختبارات المذكورة . واذا جرت الاختبارات قبل الاصلاح بهدف اظهار العيوب فانه يكفى عندها اجراء جزء من برنامج الاختبارات .

### اسئلة للمراجعة

- ١ — عدد اعطال المحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى وبين الاسباب المحتملة لحدوثها .
- ٢ — كيف ولماذا يجرى تحديد عيوب المكثات الكهربائية الجارى اصلاحها؟
- ٣ — ما هى اكثر الاضرار المميزة التى قد تحدث للمكثات الكهربائية وكيف تتم ازالتها ؟
- ٤ — اذكر عمليات اصلاح عضو التوحيد وبين طرق انجازها .
- ٥ — كيف يتم تجليس كراسى التحميل الارجوحية على عمود العضو الدوار او عضو الانتاج ؟
- ٦ — ما هى الطرق التى تستخدم عند الاصلاح لمعالجة عضو التوحيد ؟
- ٧ — ما هى انواع التجميع التى تعرفها وبم تختلف عن بعضها البعض ؟
- ٨ — حدث عن التعاقب التكنولوجى لانجاز تجميع الوحدات التجميعية الاساسية للمكنة اللاتزامنية .

## اعمال الحبال

### البند ٤٧ . معلومات عامة

من الضروري عند القيام باصلاح المحولات والمكنات الكهربائية انجاز اعمال الحبال وبحجم كبير . وتدعى الاعمال الخاصة بالتعليق والتثبيت والنقل (الافقى والرأسى) لمختلف الاحمال ذات الكتل الكبيرة بواسطة وسائل يدويه وممكنة باعمال الحبال . وتنسب الى هذه الاعمال كذلك الخدمة والضبط والحفظ والاعداد فى وضع التشغيل لتجهيزات الحبال والعدة والادوات (اوناش بكرات وعلاقات واسلاك مجدولة وحبال وغيرها) . ويقوم بتنفيذ اعمال الحبال كقاعدة عمال جرى تعليمهم وتلقينهم خصيصا واجتازوا فحصا طبيا .

وغالبا ما يضطر الميكانيكى الكهربائى فى الممارسة العملية للاصلاح الى القيام برفع ونقل وتركيب المعدات الكهربائية ثقيلة الوزن المتعلقة بانجاز اعمال الحبال واستخدام الآليات والعدة المناسبة لها . ولذا فانه من الضرورى جدا للميكانيكى الكهربائى المختص باصلاح المحولات والمكنات الكهربائية التى غالبا ما تصل كتلتها الى عدة اطنان ان يعرف القواعد الاساسية لانجاز اعمال الحبال وتركيبه عدة وآليات الحبال وطرق استخدامها .



ويجب قبل البدء باعمال الحبال التأكد من صلاحية اجهزة رفع الاحمال ووسائل الحبال وكذلك من انه جرى فحصها فى المواعيد المحددة . ويجب ان تكون الحبال والعلاقات مجربة ، وان لا تكون لها عروات متضررة وغيرها من العيوب .

ويمكن مباشرة اعمال الحبال فقط عندما تكون المعدات الكهربائية ، الماثلة للتحريك مفصولة من جميع الجهات واتخذت التدابير المستثنية لتوصيل الفلظية الى مكان اعمال الحبال .

ويجب ان تنجز الاعمال الخاصة بتعليق ونقل المحولات والمكثات الكهربائية مع اتخاذ تدابير الحيطه الخاصة لتلافي تضرر اطراف الادخال الخزفية للمحولات وملفات المكثات الكهربائية وغيرها من القطع الجارى نقلها للمعدات الكهربائية .

ويراعى عند تعليق المكثات او اجزائها بان توضع العلاقات على الحمل الجارى رفعه بدون كسرات او عقد او مبرومات زائدة ، وتفحص بعد شد العلاقات صحة وضعها ، المستثنية انقلاب المكثه عند رفعها . وينبغى عند الوضع الخاطىء للحمل ان تعطى اشارة لانزاله واعادة تعليقه . ويجب قبل البدء بالرفع ان يقع خطاف الحمل لآلية الرفع فوق مركز ثقل الحمل الجارى رفعه . ولا يجب نقل المكثه عند الشد المائل للحبال .

وعند تربيط المكثات الكهربائية والمحولات بالحبال يجرى القبض بالعلاقة على الاطر ، والعراوى ومواسير الوصل الكاذبة وكذلك بواسطة ادوات خاصة اخرى - موزعات الحمل واذرع كما فى الميزان وقطع مباحدة . ويجب عند رفع معدة كهربائية باضلاع حادة (زوايا) ان يرتأى تركيب وتثبيت الحشوات تحت العلاقات لحمايتها من الثنيات والاحتكاكات او استخدام علاقات خاصة ذات

حشوات من الموجودات. ويمنع تعليق المعدات الكهربائية من سطوح القطع التي جرت معالجتها . وعند انعدام الادوات الخاصة يجرى التعليق من القطع الاساسية (الهيكل ، الخزان ، الاطار او القاعدة) . وتنبغى فى هذه الحالة حماية أكيدة لمكان انضغاط العلاقة من الاضرار وذلك بوضع حشوات خشبية ومطاطية وغيرها من الحشوات اللينة .

وكذلك من الضرورى وضع حشوات مطاطية فى اماكن القبض بالعلاقة للمعدات الكهربائية لتلافى الاضرار بطلائها ومعجونها . وفى البداية ترفع المعدات الكهربائية ذات الكتلة الكبيرة لارتفاع يصل الى ٢٠٠ مم ، ويقام فى هذا الوضع بمعاينة ادوات الحبال من جديد وتفقد انتظام شد العلاقات بضغط اليد على كل فرع وكذلك فرملة معدة الرفع . ويستمر فى الرفع عند النتائج المرضية للمعاينة والفحص .

وينبغى عند تعليق ونقل الوحدات التجميعية للمحولات والمكنات الكهربائية ابداء حيلة خاصة لتلافى الاضرار باطراف الادخال والملفات ومؤشرات الزيت والمرحلات وغيرها من قطع المحولات وكذلك بقلبي عضو الانتاج والعضو الدوار والملفات وحلقات التلامس واعضاء التوحيد للمكنات الكهربائية . وحتى ان الاضرار الطفيفة لهذه القطع التي لم تلاحظ عند المعاينة الظاهرية قد تؤدى الى تعطيل واخراج المكنة من حيز العمل . ولا يسمح بالقبض المباشر بالعلاقة على قلب عضو الانتاج او العضو الدوار . ويوصى للقبض عليها بوضع عوارض مباعدة او حشوات لينة تحت العلاقة بموازاة خط محور العضو الدوار . وعند رفع العضو الدوار من عمود الدوران يوصل بالعلاقة من جهتي العضو بحيث لا تمس العلاقة اجزاء



عمود الدوران التى تدخل فى كراسى التحميل . ويقام لتلافى الاضرار بحلقات التلامس والملفات بسبب العلاقات المشدودة بوضع قطع مباعدة خشبية بين العلاقات او يجرى رفع العضو الدوار بواسطة موزع حمل . ويسمح برفع العضو الدوار ذى القطر الكبير بعلاقات تقبض على قضبان خاصة تدس بين اسياخ العضو الدوار . ولحماية ملفات العضو الدوار من الاضرار توضع تحت القضبان حشوات خشبية واما بين العلاقات فتوضع قطعة مباعدة خشبية او موزع حمل . وعند ضرورة تعليق ورفع العضو الدوار مباشرة من القلب يقام بوضع قطع من الواح على العضو الدوار مع المراعاة الدقيقة لكى لا يلمس الحبل من الصلب للعلاقة صلب للعضو الدوار .

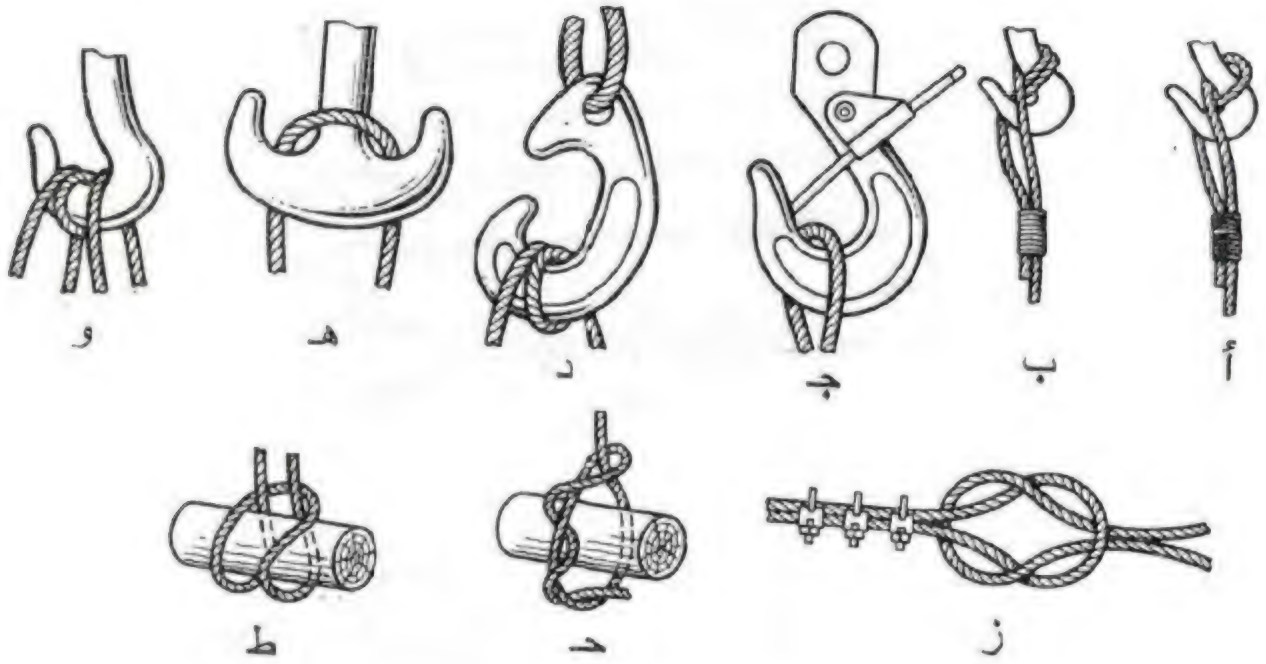
ويتم فك العلاقة عن الحمل الذى جرى نقله فقط بعد ان يتخذ وضعاً ثابتاً . ويمنع منعاً باتاً انزال جميع انواع المعدات الكهربائية بالقائها بغض النظر عن الاجراءات التى يمكن اتخاذها لحمايتها .

#### البند ٤٨ . الحبال والعلاقات

تستخدم الحبال لتعليق الاحمال بخطاطيف آليات الرفع ولربط الاحمال عند النقل والتحريك .

وتدعى الحبال التى تربط على اطرافها عقد بحبال الربط . ويرى فى الشكل ١٥٩ ، أ - ط اكثر الطرق انتشارا لربط العلاقات بالخطاف وكذلك ربط وتثبيت اطراف حبال الربط . وغالبا ما تستخدم حبال من القنب او الصلب ونادرا من القطن والنايلون .

والحبال من القنب توجد منها المقيرة والمبيضة . وتصنع الحبال المقيرة من الغزل المقير (المشبع بالقطران) وهى تقاوم الرطوبة جيدا الا انها ذات كتلة اكبر ومتانة اقل من الحبال المبيضة .



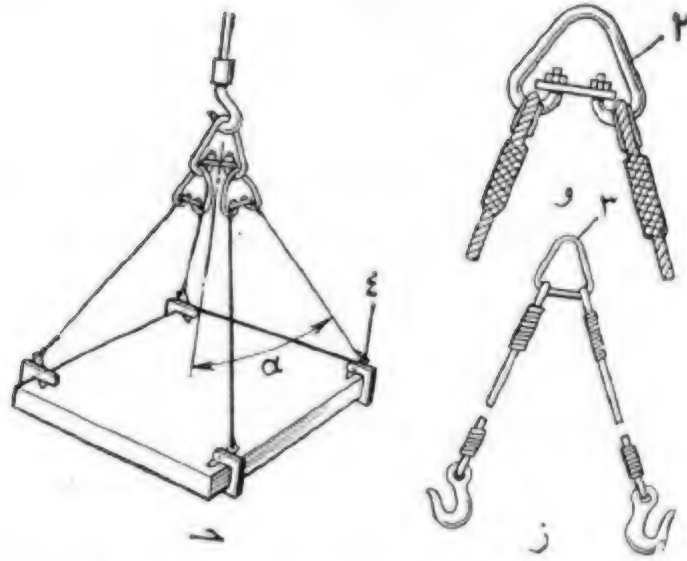
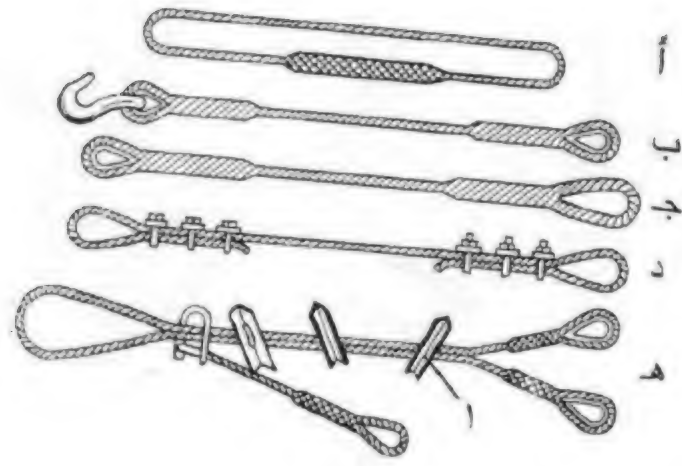
الشكل ١٥٩ . طرق ربط العلاقات بالخطاف وربط وتثبيت اطراف حبال الربط :  
 أ - عقدة الخطاف ، ب - عقدة الخطاف بتركيبة ، ج - تعليقة انشوطية ،  
 د - تعليقة حلقيه او انشوطية بتركيبة ، هـ - تعليقة حلقيه او انشوطية ، و -  
 تعلیقتان حلقيتان او انشوطيتان (احدهما بتركيبة) ، ز - تعليقة بالانشوطة ،  
 ح - خانقات ، ط - الانشوطة الميتة

وعند اعمال الحبال تستعمل عادة الحبال المبيضة التي تتراوح  
 اقطارها من ٩,٦ الى ٢٨,٧ مم . والحبال من القنب اخف  
 واكثر مرونة من حبال الصلب مما يوفر الربط السريع للعقد .  
 وتستعمل لرفع الاحمال باليد (خلال بكرات) وللسحب عند رفع  
 الاحمال وتعليق المصنوعات ذات الزوايا والسطوح المعالجة .  
 وتستعمل الحبال من القنب عادة لتعليق الاحمال ذات الكتلة  
 حتى ٢٠٠ كغم .

وعند ضرورة نقل معدات كهربائية ذات كتلة تزيد عن ٢٠٠  
 كغم تستخدم حبال ثنائية الفتل (اسلاك مجدولة) .

وقد وردت الاحمال المسموحة بها لحبال الربط من القنب  
 وللحبال المبيضة في الجدول رقم ٩ ، وللحبال من الصلب ثنائية  
 الفتل (اسلاك مجدولة) في الجدول رقم ١٠ .





الشكل ١٦٠ . علاقات من حبال من الصلب :

أ - جامعة الاغراض (حلقية) ، ب ، ج ، د - مبسطة (انشوطية) احادية ، هـ - نصف  
 اوتوماتية ، و ، ز - ثنائية الفروع ، ح - رباعية الفروع ؛ ١ - حشوات من  
 الموجودات ، ٢ و ٣ - تعلقتان قابلة للفك وملحومة ، ٤ - مقبض ذراعى

تدعى بالعلاقات (الشكل ١٦٠ ، أ - ح) قطع من الحبال او  
 السلاسل موصولة ببعضها بشكل معين ومزودة بتجهيزات تعليق خاصة  
 توفر التثبيت السريع والمريح والامن للاحمال .  
 والاضبط وضعية المعدات الكهربائية اثناء الرفع وكذلك لتدويرها  
 على الخطاف تربط بها حبال سحب من الصلب وعند الاحمال  
 الصغيرة تربط بها حبال من القنب .

## الاحمال المسموحة بها لحبال الربط من القنب والمبيضة

الحمل ، كغم ، المعلق على اربعة فروع للحبل ، عند الزاوية $\alpha$ المحصورة بين الحبل والخط الرأسى ( انظر الشكل ١٦٠ ، $\gamma$ ، درجة				الحمل ، كغم ، المعلق على فرعى الحبل ، عند الزاوية $\alpha$ المحصورة بين الحبل والخط الرأسى ( انظر الشكل ١٦٠ ، $\gamma$ ، درجة				ر.ك ر.ك ر.ك ر.ك ر.ك	ر.ك ر.ك ر.ك ر.ك ر.ك
٦٠	٤٥	٣٠	٠	٦٠	٤٥	٣٠	٠	ر.ك ر.ك	ر.ك ر.ك
١٧٠	٢٤٠	٣٠٠	٣٤٠	٨٥	١٢٠	١٥٠	١٧٠	٨٥	١١,١
٢٢٠	٣١٠	٣٨٠	٤٤٠	١١٠	١٥٥	١٩٠	٢٢٠	١١٠	١٢,٧
٢٨٠	٣٩٠	٤٩٠	٥٦٠	١٤٠	١٩٥	٢٤٥	٢٨٠	١٤٠	١٤,٣
٣٣٠	٤٦٠	٥٧٠	٦٦٠	١٦٥	٢٣٠	٢٨٥	٣٣٠	١٦٥	١٥,٩
٤٦٠	٦٥٠	٨٠٠	٩٢٠	٢٣٠	٣٢٥	٤٠٠	٤٦٠	٢٣٠	١٩,١
٥٣٠	٧٥٠	٩٢٠	١٠٦٠	٢٦٥	٣٧٥	٤٦٠	٥٣٠	٢٦٥	٢٠,٧
٧١٠	١٠٠٠	١٢٢٠	١٤٢٠	٣٥٥	٥٠٠	٦١٠	٧١٠	٣٥٥	٢٣,٩
٩٧٠	١٣٦٠	١٦٨٠	١٩٤٠	٤٨٥	٦٨٠	٨٤٠	٩٧٠	٤٨٥	٢٨,٧

وينبغي على موقع اوناش البكرة او كايينة ادارة الرافعة ان يؤمن الارسال المباشر للاشارات بالرموز او بصوت المشرف على الرفع او عامل التعليق الموجه الى عامل الرافعة او عامل ونش البكرة او سائق الجرارة او الى الميكانيكى .

ويجرى الرفع بانسياب بدون دفع وارجحة المعدة الكهربائية الجارى رفعها وبدون صدم الاجسام الاخرى (الحوائط والاعمدة والهياكل والمعدات الواقعة جانبا وهلم جرا) .

ويمنع ابقاء الحمل معلقا حتى ولو لمدة قصيرة فى فترة الغذاء او غيرها .

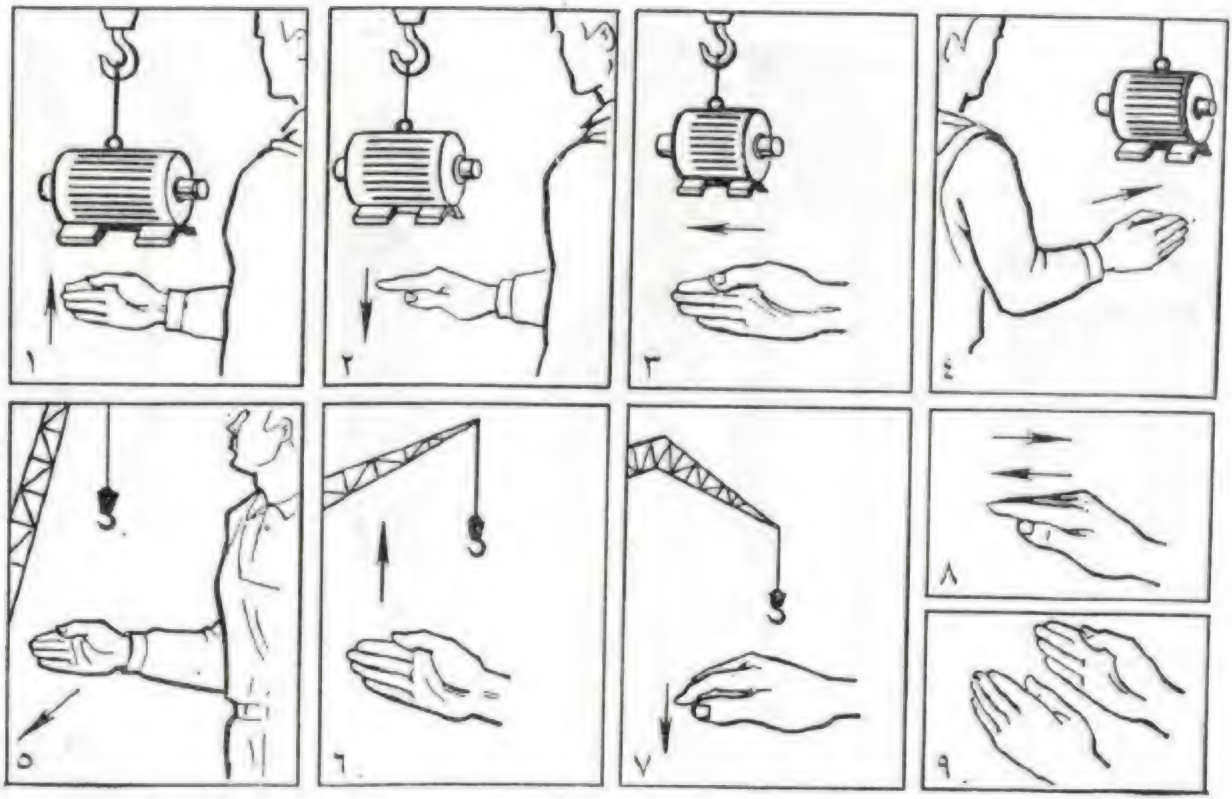


## الاحمال المسموحة بها لبعض الحبال من الصلب ثنائية الفتل

الحمل المسموح به ، كغم		قطر الحبل ، مم	الحمل المسموح به ، كغم		قطر الحبل ، مم
لوش بكرة (ملواة) بوسيلة ادارة يدوية	لعلاقات ثنائية الفروع عند زاوية $\alpha = 60^\circ$		لوش بكرة (ملواة) بوسيلة ادارة يدوية	لعلاقات ثنائية الفروع عند زاوية $\alpha = 60^\circ$	
٢١٢٠	٣١٨٠	١٤,٥	٢٣٠٠	٣٤٥٠	١٥
٢٥٩٠	٣٨٩٠	١٦	٢٧٥٠	٤١٢٥	١٦,٥
٣٧٥٠	٥٦٣٠	١٩,٥	٣٥٣٠	٥٣٠٠	٢٠
٥٣٧٠	٨٠٥٠	٢٥	٥٤٢٠	٨١٢٥	٢٥,٥
٩١٠٠	١٣٦٠٠	٣٢,٥	٨٨٢٠	١٣٢٢٠	٣٣
١٢١٢٠	١٨٢٠٠	٣٦,٥	١١٧٩٠	١٧٦٩٠	٣٦,٥

ومن الضروري للانجاز الناجح لاعمال الحبال التعاون الدقيق والاتصال الوثيق لجميع الاشخاص المشتركين فى العملية (رئيس فريق العمال ، عامل التعليق ، عامل الحبال ، عامل ادارة الرافعة) .

ويستخدم عند اعمال الحبال نظام الاشارات بالصوت وبالرموز ، ولزيادة الثقة والدقة فى ارسال واستقبال الاشارات عند اعمال الحبال يقام باستخدام مكبرات الصوت العادية والكهربائية والتليفونات والاتصالات السلكية واللاسلكية (الاتصال بالراديو) . ويشاهد فى الشكل ١٦١ نظام الاشارات بالرموز عند القيام باعمال الحبال .



الشكل ١٦١ . نظام الاشارات بالرموز عند القيام باعمال الحبال :

١ - رفع الخطاف ، ٢ - انزال الخطاف ، ٣ - تحريك الرافعة ، ٤ - تحريك  
عربة الرافعة ، ٥ - تدوير قضيب (ذراع) الرافعة ، ٦ - رفع القضيب ،  
٧ - انزال القضيب ، ٨ - قف ، ٩ - احذر

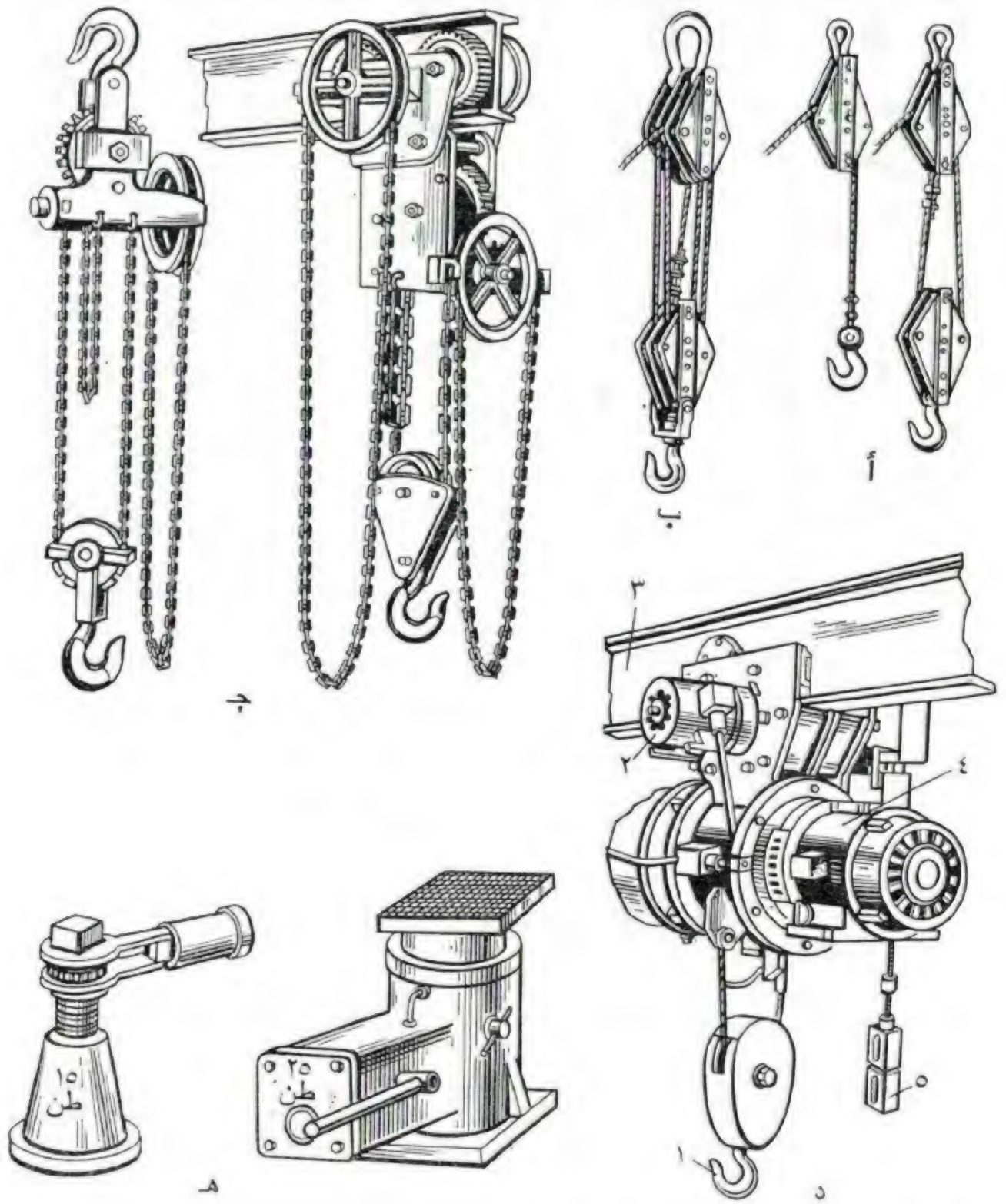
### البند ٤٩ . آليات رفع الاحمال

تستخدم بشكل واسع عند القيام باعمال الحبال آليات بسيطة التركيب لرفع الاحمال - بكرات ونظام البكرات واوناش البكرة والاوناش الكهربائية والرافعات (مثل رافعة السيارة) .

تدعى البكرات (الشكل ١٦٢ ، أ) التي تستخدم لتغيير اتجاه الحبل وايصال القوة بالبكرات التحويلية او بالبكرات - الخطافة واما التي تستخدم لتقليل القوة اللازمة لرفع الحمل فتدعى ببكرات الاحمال او بنظام البكرات .

وتوجد بكرات للحبال المصنوعة من القنب ومن الصلب وللسلاسل . وتوجد لبكرات التحويل (البكرات - الخطافة) التي تربط





الشكل ١٦٢ . آليات رفع الاحمال المستخدمة عند اعمال الحبال :

أ - بكرتان (متحركة وثابتة) ، ب - نظام بكرات ، ج - اوناش البكرات ، د - ونش كهربائي ، هـ - رافعتان (يدوية وهيدروليكية) ؛ ١ - خطاف ، ٢ - محرك كهربائي للعربة ، ٣ - جسر الونش ، ٤ - محرك كهربائي لنقل الحمل رأسيا ، ٥ - علبة ازرار التحكم في المحركين الكهربائيين للونش الكهربائي

بلا حراك عجلة دوارة واحدة للحبل (بكرات بعجلة واحدة) . وينبغي وفقا للقواعد الفنية ان يزيد قطر مجرى العجلة الدوارة عن قطر الحبل بمقدار ١ - ٣ مم . واما التناسب بين قطر الحبل من الصلب فى بكرات الاحمال وقطر العجلة الدوارة فلا يجب ان يقل عن ١ : ١٦ .

نظام البكرات (الشكل ١٦٢ ، ب) هو عبارة عن تجهيزات رفع احمال تتكون من بكرتين موصولتين ببعضها البعض بواسطة حبل يلتف على العجلات الدوارة لكل بكرة على التوالى .

وعند استخدام مجموعة البكرات يقل فى الحبل الجهد الموجه نحو ونش البكرة (الملواة) (توفير فى بذل القوة) الا انه يزداد طول الحبل الملوى على الاسطوانة الدوارة لونش البكرة (خسارة فى البعد والوقت والسرعة) . وعند تجهيز مجموعة البكرات يثبت الحبل من طرف واحد فى عروة احدى بكرات المجموعة وفى هذه الحالة يلتف الحبل على اسطوانات البكرتين على التوالى واما الطرف الآخر من الحبل المنفلت عن احدى البكرات فيقام بلفه على الاسطوانة الدوارة لونش البكرة . وينفلت عادة بل على الدوام تقريبا طرف الحبل الذاهب نحو ونش البكرة عن البكرة الثابتة للحيلولة دون تعليق بكرة التحويل الاضافية .

وعند تجهيز مجموعة البكرات تراعى القواعد التالية : عند العدد الزوجى لخيط مجموعات البكرة (اى عند المجموع الزوجى لعدد اسطوانات البكرتين الثابتة والمتحركة) يثبت طرف الحبل على البكرة الثابتة ، واما عند العدد الفردى - فيثبت على البكرة المتحركة .

اوناش البكرات (الشكل ١٦٢ ، ج) هى عبارة عن آلية رفع احمال ، تتكون من مجموعة بكرات مع سلاسل بوسيلة ادارة يدوية



ناتجة عن سلسلة قيادة متصلة الطرفين او عن آلية ذراعية بمسئنة وسقاطة .

واكثرها انتشارا هي اوناش بكرات ذات ادارة بتروس دودية وبمسئنات يكون فيها عضو السحب عبارة عن سلاسل قياسية ملحومة . وتزود جميع اوناش البكرات بفرملة اوتوماتية متينة (على الاغلب لولبية) . وتصنع اوناش البكرات مختلفة التصاميم لرفع الحمل الى ارتفاع يصل حتى ٣ م .

الونش الكهربائي (الشكل ١٦٢ ، د) هو عبارة عن آلية جامعة الاغراض والاكثر انتشارا للرفع والنقل داخل الورشة . ان وجود محركين كهربائيين للونش الكهربائي يسمح بتحقيق الرفع الرأسى والنقل الافقى (ضمن حدود الورشة) للمعدات الكهربائية الجارى اصلاحها ذات الكتلة البالغة ٥ اطنان . وعند استخدام الونش الكهربائي يعفى طاقم الاصلاح من ضرورة انجاز العمل الشاق الذى يتطلب بذل الجهد العضلى - الرفع باليد ونقل المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها ذات الكتلة الكبيرة .

الرافعات (الجكات) (الشكل ١٦٢ ، هـ) تستخدم على الاغلب للرفع الرأسى للاحمال ذات الكتلة الكبيرة لارتفاع يبلغ ٢٠٠ مم ، غير انها تستخدم احيانا للنقل الافقى وفى هذه الحالة تتركب الرافعات فى وضع افقى مع اسناد قواعدها على ركيزة ثابتة (حائط ، عمود وغيرهما) . وتستخدم الرافعات على الاغلب عند ضرورة رفع المعدات الكهربائية الماثلة للتسليم الى الورشة الكهربائية للاصلاح . وينبغى ان تجتاز جميع آليات رفع الاحمال المستخدمة عند اعمال الحبال وكذلك الحبال والعلاقات والقوامط اختبارات يشار الى معدلاتها وحجومها فى الجدول رقم ١١ .

## معدلات ومدد اختبارات آليات وتجهيزات الرفع

دورية الاختبارات ، شهر	استمرار الاختبارات السنائية ، دقيقة	حمل الاختبار			الآليات والتجهيزات
		عند الاختبارات الدورية	عند اختبارات القبول وبعد الاصلاح الشامل		
			الستاتيكي والديناميكي	الديناميكي	
١٢	١٠	١,١ ق	١,١ ق	١,٢٥ ق*	اسطوانات السحب ذات وسيلة الادارة الآلية واليدوية، اوناش البكرات اليدوية، حبال من الصلب وسلاسل
٦	١٠	٢ ق	—	٢ ق	حبال من القنب والقطن والكبرون، علاقات وقوامط وحلقات

\* ق - قدرة الآلية على رفع الاحمال .

## اسئلة للمراجعة

- ١ - ماذا يدخل في عداد اعمال الحبال ؟
- ٢ - ما هي الاجراءات التي تتخذ عند تعليق المحولات والمكثات الكهربائية؟
- ٣ - ما هي التجهيزات المستخدمة لانجاز اعمال الحبال ؟
- ٤ - عدد المتطلبات التي تنفذ عند اجراء اعمال الحبال ؟
- ٥ - حدث عن تركيب آليات الحبال .
- ٦ - ما هي قواعد السلامة المهنية التي يجب مراعاتها عند انجاز اعمال الحبال ؟



## تركيبة واصلاح الاجهزة الكهربائية التي تصل فلطيتها الى ١٠٠٠ فلت

### البند ٥٠ . معلومات عامة

ان الاجهزة الكهربائية هي المعدات الكهربائية الأكثر عددا والمختلفة بالتصميم والتي تؤدي مختلف الوظائف في الوحدات الكهربائية .

تدعى بالاجهزة الكهربائية التجهيزات الفنية المخصصة لتوصيل وفصل وضبط وحماية المعدات الكهربائية وقطاعات الدوائر الكهربائية والتحكم فيها ويمكن تقسيم الاجهزة الكهربائية تبعا لتخصيصها الى اربع مجموعات :

اجهزة التحويل — تكون مخصصة لتوصيل وفصل الدوائر الكهربائية ،

اجهزة الحماية — تحقق حماية الدوائر الكهربائية من فرط الاحمال وتيارات التقصير والفلطية الزائدة الغير مسموح بها ومن انخفاض الفلطية واختفائها ،

اجهزة الحد من التيار وبدء التشغيل (المقلعات) والضبط — تكون مخصصة لبدء التشغيل وضبط سرعة دوران المحركات ، ولتغيير قوة التيار في الدوائر الكهربائية وللحد من التيار عند التقصيرات ،

الاجهزة المؤدية لبعض الوظائف المذكورة اعلاه فى آن واحد  
(مثلا توصيل وفصل الدوائر الكهربائية وكذلك حمايتها من فرط  
الاحمال وغيرها) .

وقد تكون الاجهزة اتوماتيكية أو غير اتوماتيكية . وتبعا للفلطية  
المقدرة توجد اجهزة كهربائية تصل فلطيتها الى ١٠٠٠ فلط (تصل  
عادة الى ٦٦٠ فلط) واخرى تزيد فلطيتها عن ١٠٠٠ فلط . ويقام  
فى هذا الباب بالبحث فى الاجهزة ذات الفلطية المقدرة ٢٢٠  
و ٣٨٠ و ٦٦٠ فلط .

وغالبا ما تتضرر فى الجهاز الكهربائى الملامسات التى تشكل  
النظام التلامسى له . ويدخل فى تركيب النظام التلامسى الملامسان  
التشغيليان المتحرك والثابت ، وكذلك الملامسات \* البينية (الانتقالية)  
وملامسات اطفاء القوس .

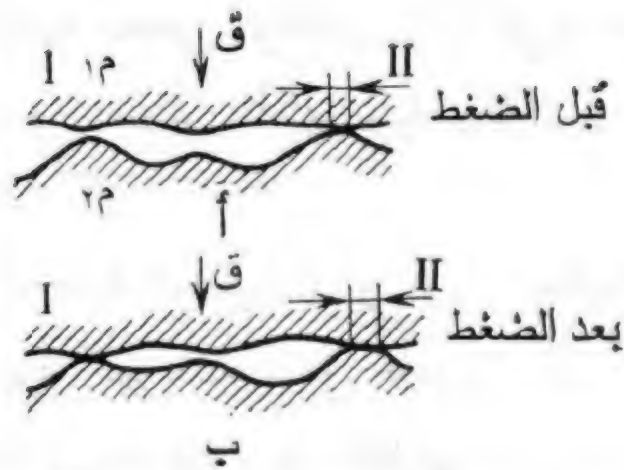
وتوجد للسطوح التلامسية وحتى تلك المجلخة جيدا مرتفعات  
ومنخفضات مجهرية ونتيجة لذلك يجرى التلامس الفعلى ليس على  
جميع مساحة السطوح بل فقط فى بعض النقاط (الشكل ١٦٣ ،  
أ) التى تدعى بنقاط التلامس .

ويكون عدد نقاط التلامس قليلا فى الملامسات التى لا تعاني  
عند التلامس من ضغوط كبيرة (القوى) التى تضغط الملامسات  
بعضها على بعض . وعند الضغط الزائد الذى يضغط سطوح التلامس  
بعضها على بعض تشوه المرتفعات البارزة وتتحول نقاط التلامس  
الاولية الى مساحات صغيرة (الشكل ١٦٣ ، ب) . ومع ازدياد القوى

---

\* يرمز بعبارة «لامس» الى القطع نفسها التى تشكل توصيلا كهربائيا الى  
قطاع تلامسها .





الشكل ١٦٣ . تلامس السطوح التلامسية :

أ - عند انتفاء قوى الضغط ، ب - عند وجود قوى الضغط ؛ ١م و ٢م - ملاصقان

المؤثرة على الملامسات ينمو عدد «نقاط التلامس» ومساحتها العامة . ويمر التيار من سطح تلامسي واحد الى سطح آخر في نقاط التلامس اى خلال قطاعات ذات مقاطع مضيقه بشدة . وتنشأ في هذه القطاعات (يرمز اليها في الشكل بالارقام الرومانية I و II) من جراء المقاطع العرضية المتناهية في الصغر مقاومة كهربائية كبيرة تدعى بالانتقالية .

وتتوقف المقاومة الانتقالية في الملامس بشكل رئيسى على حالة السطوح التلامسية وعلى الضغط الذى تكون معه الملامسات مضغوطة على بعضها البعض . ويفسر توقف المقاومة الانتقالية على ضغط الملامسات على بعضها البعض بانه يكون عند الضغط الكبير من الاسهل سحق النقاط البارزة على سطحها وتقريب الملامسات ببعضها البعض على هذا النحو . وتقوم السطوح التلامسية المقتربة الى بعضها البعض بتكوين نقاط تلامس جديدة وتحسن من ظروف انتقال التيار وبالتالي من نوعية الملامس .

ومن المعروف بانه كلما كانت كمية ومساحة نقاط التلامس بين السطوح التلامسية اكبر كلما كانت المساحة الفعلية لتلامسها

اكبر وكلما كانت المقاومة الانتقالية اصغر . غير ان سرعة عملية تكوين نقاط تلامس جديدة وحتى عند ازدياد الضغط اللاحق فى الملامسات تتباطأ بالتدريج . ويفسر هذا بانه عند زيادة الضغط تقوم باستقباله مساحة اكبر ويقل الضغط النوعى فى نقاط تلامس الملامسات وتنسحق مادة الملامسات بسرعة اقل ولذا تتباطأ عملية زيادة كمية ومساحة نقاط التلامس .

ان المقاومة الانتقالية هى المؤشر الاساسى لنوعية اى ملامس ، وتتوقف الى حد كبير على نوعية معالجة السطوح التلامسية وحالتها . وتوجد للملامسات المعالجة بشكل ردىء والصدئة مقاومة انتقالية كبيرة . وتتيح المعالجة الدقيقة بالبرادة للسطوح التلامسية امكانية ازالة طبقة الاكاسيد وتكوين اكبر كمية من الملامسات النقطية عند التلامس . وينصح بمعالجة السطوح التلامسية للملامسات النحاسية بواسطة مبرد دقيق او مبرد عادى حيث يتكون نتيجة لهذا سطح ذو مقاومة انتقالية اقل مما هى عليه عند السطوح المصقولة او المجملخة . وتتوقف نوعية الملامس كذلك على خصائص المواد التلامسية (المتانة الميكانيكية ، القدرة على التوصيل الكهربائى والصمود للحرارة) . ان المواد التى تتمتع بقدرة على التوصيل الكهربائى وبمتانة ميكانيكية منخفضة او بصمود للحرارة غير كاف لا تستطيع تكوين ملامس متين الى وقت طويل لكونها تتعرض لاحمال ميكانيكية محطمة (بكسر الطاء) والتأثيرات حرارية .

وعلى مواد التوصيلات التلامسية ان تلبى الشروط الاساسية التالية :

— المتانة الميكانيكية ، اى القدرة ولمدة طويلة على تحمل

قوى ميكانيكية محددة تنشأ فى الملامسات اثناء العمل ،



— المقاومة للحرارة ، اى صمود المادة عند تأثير الحرارة عليها لمدة طويلة ،

— المقاومة للانصهار ، اى القدرة على عدم الانصهار عند تأثير حرارة كبيرة على الملامس ،

— التوصيل الكهربائى ، اى القدرة على توصيل التيار الكهربائى بمقاومة قليلة ،

— عدم التأكسد (المقاومة للصدأ) اى القدرة على الصمود فى الاساس للتأثير المؤكسد للأكسجين المتواجد فى الهواء .

ولا توجد حاليا مواد تستجيب للمتطلبات المذكورة كلها ، ولذا فانه يقام بصنع ملامسات الاجهزة من مواد تقوم اكثر من غيرها بتلبية شروط عمل الجهاز . فمثلا تستخدم فى الاجهزة المخصصة لفصل تيارات كبيرة خلال القوس قطع تلامسية مصنوعة من مواد مقاومة للانصهار حيث يستخدم السيراميك المعدنى كمادة منها .

وتصنع القطع من السيراميك المعدنى للملامسات من خليط الولفرام (التنجستن) او المولبدن مع النحاس او الفضة . ان متانة هذه القطع لعالية جدا حيث انها تصنع من مساحيق المعادن تحت ضغط عال مع المعالجة الحرارية اللاحقة عند ١١٠٠ — ١٣٠٠ م\* . وتتمتع الملامسات من السيراميك المعدنى بمتانة ميكانيكية زائدة وبمقاومة للحرارة بفضل وجود المولبدن والولفرام (التنجستن) فيها ، واما وجود الفضة او النحاس فانه يكسب الملامسات التوصيل

---

\* تدعى طريقة صنع القطع من مساحيق مختلف المعادن بالكبس مع المعالجة الحرارية اللاحقة «بميتالورجيا المساحيق» .

الكهربائي العالى . ان الملامسات المغطاة بالسيراميك المعدنى وبالاخص من النحاس والوالفرام (التنجستن) منتشرة فى الاجهزة الحديثة بشكل واسع .

وبالاضافة الى الملامسات تتضرر فى الاجهزة الكهربائية كذلك قطع الآلية والزنبركات وشرائح غرفة اطفاء القوس والعازل . ومن الدلائل المميزة لعطل الجهاز : التسخين الزائد لبعض الاجزاء ، والتشغيل الغير منتظم والفصل التلقائى وتوقف الجهاز .

وقد يكون من اسباب الاعطال تضرر قطع مستقلة نتيجة للتشغيل الغير مرضى للجهاز والاخلال بمواعيد الاصلاحات الجارية والشاملة . ويقام باصلاح الاجهزة المتضررة مع الاستخدام فى هذه الحالة لمواد عازلة وتلامسية ذات نوعية جيدة مع تحسين تصميم قطع مستقلة ، ويجرى فى الحالات الضرورية تحديث الاجهزة ذات التصميم القديمة .

## البند ٥١ . اصلاح اجهزة الفصل الاوتوماتية والقواطع التلقائية والمقلعات المغناطيسية

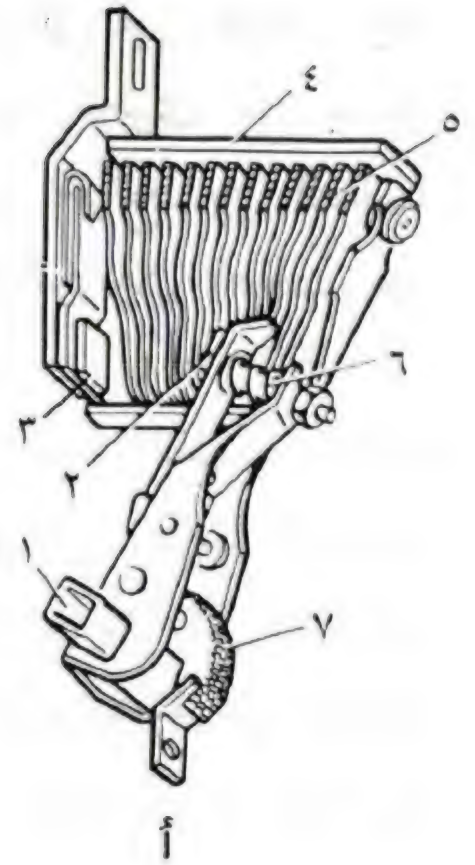
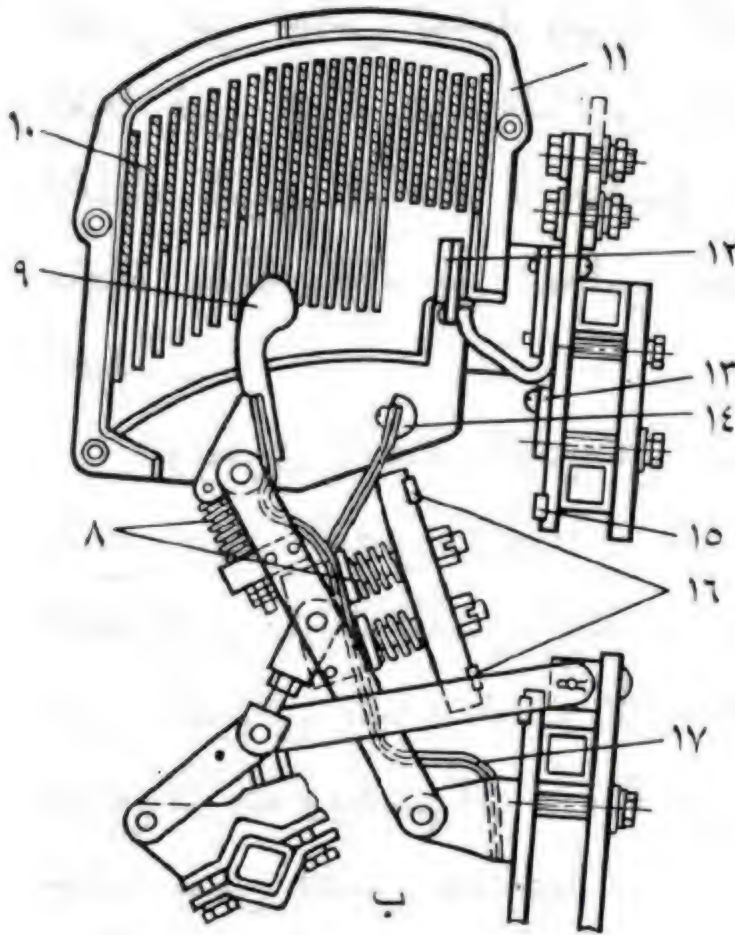
اجهزة الفصل الاوتوماتية الهوائية . ان جهاز الفصل الاوتوماتى الهوائى مخصص لقطع الدوائر الكهربائية اوتوماتيا او لفصل الوحدة الكهربائية عند ظهور تيارات الحمل المفرط وتقصير الدائرة فيها وكذلك عند انخفاض الفلطية الغير مسموح به او اختفاء الفلطية كليا . ويدعى الجهاز بالهوائى لان القوس الكهربائى الناشئ بين ملامساته فى لحظة الفصل ينطفئ فى وسط الهواء المحيط . وتقوم اجهزة الفصل الاوتوماتية الهوائية كقاعدة بوظيفة اجهزة الحماية ، غير انه يمكن استخدامها عند الضرورة كاجهزة تحويل وذلك عند



عمليات الوصل والفصل التشغيلية النادرة للدوائر الكهربائية التي تكون مركبة فيها كاجهزة حماية .

ويمكن تحقيق التحكم عن بعد بواسطة اجهزة الفصل الاوتوماتية فى المعدات الكهربائية والاعادة السريعة لتغذية الوحدات الكهربائية بواسطة توصيل التيار من جديد . وتصنع اجهزة الفصل هذه لتحمل تيارات تبلغ عدة آلاف أمبير وتوجد منها حسب عدد الاقطاب : بقطب واحد وبقطبين وبثلاثة اقطاب . والاجزاء الرئيسية لاجهزة الفصل هى نظام التلامس وجهاز اطفاء القوس وآلية الفصل الحر . وقد يكون نظام التلامس لاجهزة الفصل الاوتوماتية ذات القدرة الصغيرة (لتيارات لا تزيد عن ١٠٠ أمبير) بمرحلة واحدة (الشكل ١٦٤ ، أ) او بمرحلتين (الملامسان : الرئيسى ولاطفاء القوس) . ويستخدم نظام الملامسات بمرحلة واحدة فى اجهزة الفصل ذات القدرة المتوسطة (حتى ٦٠٠ أمبير) اذا كانت السطوح التشغيلية للملامسات مغطاة بالسيراميك المعدنى . ويستخدم فى اجهزة الفصل ذات القدرة الكبيرة نظام ملامسات بمرحلتين او بثلاث مراحل (الشكل ١٦٤ ، ب) . وفى حالة نظام الملامسات بثلاث مراحل تتكون مجموعة الملامسات لجهاز الفصل من ملامسات رئيسية (تشغيلية) ، وبينية (انتقالية) ولاطفاء القوس (قاطعة) .

وتعمل الملامسات الرئيسية على توصيل الدائرة الكهربائية التى يجرى التحكم فيها بشبكة التغذية وتسمح بالتمرير الطويل خلالها للتيارات المقدرة ولتيارات الحمل التشغيلية واما ملامسات اطفاء القوس فتعمل على قطع الدائرة الكهربائية عند وجود التيارات التشغيلية فيها وكذلك تيارات فرط الحمل او تقصير الدائرة وكذلك تعمل على الحفاظ على الملامسات الرئيسية بهذا الشكل . واما الملامسات



الشكل ١٦٤ . انظمة التلامس واطفاء القوس لاجهزة الفصل الهوائية :  
 أ - بمرحلة واحدة ، ب - بثلاث مراحل ؛ ١ - عمود محور ، ٢ و ١٦ -  
 ملامسات رئيسية متحركة ، ٣ و ١٥ - ملامسات رئيسية ثابتة ، ٤ و ١١ - غرف  
 اطفاء الحريق ، ٥ و ١٠ - شبكات اطفاء القوس ، ٦ و ٨ - زفركات الملامسات ،  
 ٧ و ١٧ - وصلات مرنة ، ٩ و ١٢ - ملامسات متحركة وثابتة لاطفاء القوس ،  
 ١٣ و ١٤ - ملامسان بينيان ثابت ومتحرك

البينية فهي مخصصة لتسهيل انتقال التيار من الملامسات الرئيسية  
 الى ملامسات اطفاء القوس عند فصل جهاز الفصل وعلى العكس  
 عند توصيله .

ويتكون نظام اطفاء القوس لجهاز الفصل (الشكل ١٦٤ ،  
 ب) من ملامسى اطفاء القوس (المتحرك ٩ والثابت ١٢) ومن الغرفة ١١  
 الواقعة فيها الشبكة ١٠ . ويعمل جهاز اطفاء الحريق على تحديد ابعاد  
 القوس الذى ينشأ بين الملامسات المفترقة عند انقطاع الدائرة  
 الكهربائية من جرائهما واطفائه سريعا . ويقوم عمل جهاز اطفاء



القوس على اساس تمديد وتبريد القوس الكهربائي في الغرفة . واما الغرفة فهي عبارة عن علبة من الاسيستوسمنت تحوى على شبكة لاطفاء القوس (لابعاد الشحنات) تتكون من شرائح من الصلب مغطاة بطبقة رقيقة من النحاس لحماية الاساس من الصلب من الصدأ .

ويجرى اطفاء القوس في الغرفة على النحو التالى : عندما يقطع جهاز الفصل الاوتوماتى الدائرة الكهربائية ذات التيارات التشغيلية او تيارات الحمل الزائد او تيارات التقصير ينشأ بين ملامساته قوس كهربائى يتمدد تحت تأثير القوى الكهرودينامية على امتداد شرائح الشبكة وينقسم الى عدة اقواس صغيرة ، ويبرد بسرعة وينطفئ حالما يمس القوس سطوحها .

وتقوم آلية الفصل الحر في جهاز الفصل الاوتوماتى بانجاز الوظائف التالية : تحول دون امكانية ابقاء ملامسات جهاز الفصل فى وضع التشغيل عند حدوث نظام الطوارئ فى الشبكة المحمية ، وتضمن سرعة افتراق الملامسات (التباعد اللحظى) التى لا تتوقف على عامل الادارة وعلى نوع وكتلة آلية نقل الحركة .

وهذه الآلية هى عبارة عن نظام اذرع متمفصلة (متصلة ببعضها بمفصلات) تربط وسيلة ادارة جهاز التوصيل مع نظام الملامسات المتحركة المتمصلة بدورها بزنبك الفصل . وعند حالات الطوارئ فى الدائرة الكهربائية ، المحمية بجهاز الفصل الاوتوماتى يقوم عضو الفصل فيه باخراج وسيلة الادارة من تشابكها مع الذراع المشكل الذى يستدبر مخرجا بطرفه الآخر الاذرع «الساقطة» من وضع «السكون» ، وفى هذه الحالة يقوم زنبك الفصل مؤثرا على الاذرع الساقطة بفصل الملامسات عن بعضها البعض .

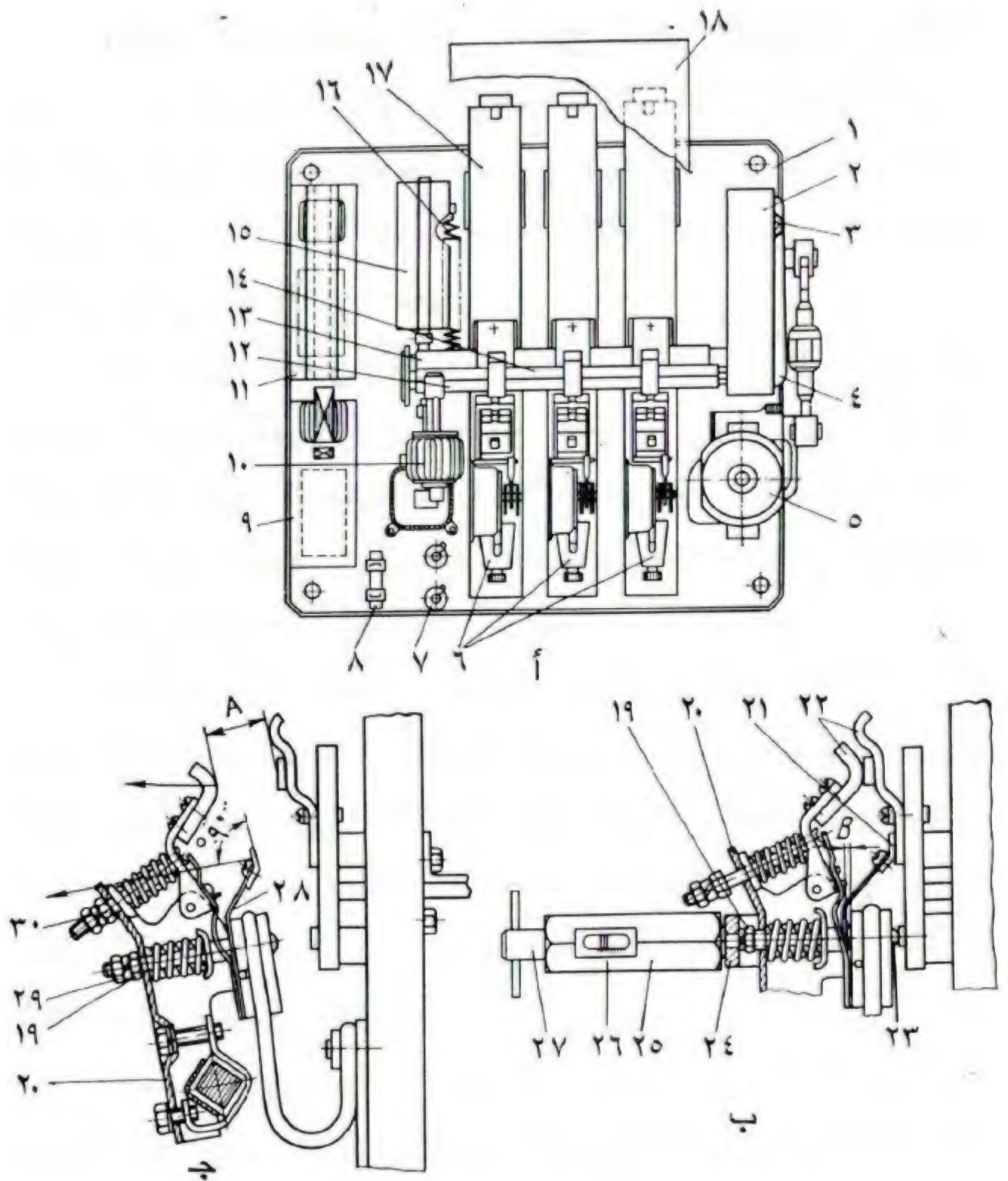
وتكون آليات الفصل الحر لاجهزة الفصل الاوتوماتية مختلفة جدا ، غير ان مبدأ عملها وتركيبها مماثلان لتلك الآنفه الذكر . وتختلف اجهزة الفصل الاوتوماتية عن بعضها البعض بكثرة تصاميمها البنيوية غير ان تركيبها ومبدأ عملها متشابهان ويجرى تحديدهما بشكل رئيسى بالغاية من الجهاز .

ان اجهزة الفصل الاوتوماتية الهوائية منتشرة بشكل واسع فى وحدات القوى الكهربائية للمؤسسات الصناعية . وقد يعطى الوصف الوارد ادناه لجهاز الفصل الفكرة اللازمة عن تركيب وطرق اصلاح اغلب اجهزة الفصل الاوتوماتية الحديثة المستخدمة فى الوحدات الكهربائية للمؤسسات الصناعية كاجهزة حماية وتحكم .

ويكون جهاز الفصل الاوتوماتى الهوائى (الشكل ١٦٥ ، أ) مركبا على اللوحة العازلة ١ المقاومة للحرارة والمتينة ميكانيكيا . واهم اجزاء جهاز الفصل هى الملامسات (لا تظهر فى الشكل اذ تحجبها غرف اطفاء القوس ١٧) وآلية الفصل الحر ٢ ووسيلة الادارة الميكانيكية الكهربائية ٥ والفاصلات ٦ والفاصلات الاضافية ١٠ ولوحة المأخذ ١١ وجهاز التحويل ١٥ .

ويستخدم فى جهاز الفصل هذا نظام تلامس بثلاث مراحل . وتوجد لكل قطب من اقطاب جهاز الفصل ثلاثة ازواج من الملامسات هى : الرئيسية ، والبينية (الانتقالية) ولاطفاء القوس (القاطعة) . وتصنع الملامسات الرئيسية من السيراميك المعدنى واما البينية والقاطعة فمن النحاس . ويقع نظام التلامس لكل قطب من اقطاب جهاز الفصل فى غرفة اطفاء القوس ١٧ ، التى تكفل الاطفاء للقوس وتستبعد امكانية انتقال القوس الى الاطوار المجاورة او الى اجزاء الجهاز الاخرى الحاملة للتيار .





وتكون الملامسات المتحركة لجهاز الفصل الاوتوماتي مثبتة على العمود الرئيسي المعزول ١٣ . ويجري فصل جهاز الفصل الاوتوماتي بواسطة العمود ١٢ تحت تأثير الفاصلات القصوى ٦ عند ازدياد التيار فوق الحد المسموح به في الدائرة الكهربائية المحمية وكذلك عند تأثير الفاصلات الاضافية ١٠ على العمود ١٢ . ويؤدي

الشكل ١٦٥ . جهاز فصل اوتوماتى هوائى يعمل على تيار متردد شدته ٦٠٠ أمبير :  
 أ - منظر عام ، ب و ج - نظام التلامس فى وضعى الوصل والفصل للاوتومات ؛  
 ١ - لوحة ، ٢ - آلية الفصل الحر ، ٣ - برغى تأريض ، ٤ - مبطىء فصل ميكانيكى ، ٥ - وسيلة ادارة ميكانيكية كهربائية ، ٦ و ١٠ - فاصلات قصوى وفاصل اضافى ، ٧ - مقاوم ، ٨ - قابع واق ، ٩ - مرحل تحكم ، ١١ - لوحة مأخذ ، ١٢ و ١٤ - عمود جهاز الفصل وآخر لجهاز الانتقاء ، ١٣ - عمود رئيسى ، ١٥ - جهاز تحويل ، ١٦ - زنبرك الفصل للجهاز ، ١٧ - غرفة اطفاء القوس ، ١٨ - حاجز مقاوم للنار ، ١٩ و ٢٩ - صمولة سفلية واخرى علوية ، ٢٠ - ماسك ، ٢١ و ٢٣ - ملاس بينى وآخر رئيسى ، ٢٢ - ملاس اطفاء القوس ، ٢٤ - مسمار قلاووظ مشكل ، ٢٥ - كوب الدينومتر ، ٢٦ - مقياس مدرج للدينومتر مع مؤشر ، ٢٧ - مسمار وصلة ، ٢٨ - زنبرك مسطح ، ٣٠ - صمولة ضبط .

تدل السهام على اتجاه القوى عند تحديد قيم سقوط الملامسات وانفراجها

تأثير الفاصلات القصوى ٦ على عمود الانتقاء عند تيار التقصير كذلك الى فصل جهاز الفصل ولكن بعد فترة زمنية معينة . ويحدد طول الفترة الزمنية بالمبطىء الميكانيكى ٤ الواقع على الملطم الأيمن لآلية الفصل الحر ٢ . ويرتبط نظام الملامسات المتحركة بالزنبرك ١٦ الذى يعمل على فصل جهاز الفصل . واما وسيلة الادارة الميكانيكية الكهربائية ٥ فمرتبطة بآلية الفصل الحر ٢ . ويوجد فى مخطط حمايته والتحكم فيه مقاوم انبوبى ومصهر واق ٨ ومرحل تحكم ٩ . ويعمل البرغى ٣ على توصيل جهاز الفصل الاوتوماتى بشبكة التأريض . ويحول وجود الفاصل ١٨ المقاوم للنار والمصنوع من الاسبست والاردواز دون امكانية انتقال القوس . ويتم تشغيل جهاز الفصل الاوتوماتى عن بعد بوسيلة ادارة ميكانيكية كهربائية ٥ واما فصله فيتم بواسطة الفاصل الاضافى ١٠ .



ويتكون نظام التلامس لجهاز الفصل الاوتوماتي (الشكل ١٦٥ ،  
ب و ج) من ثلاث مجموعات تلامسية توصل على التوازي هي :  
الرئيسية ٢٣ والبينية ٢١ ولاطفاء القوس ٢٢ . وعند تشغيل جهاز  
الفصل تتلامس في البداية ملامسات اطفاء القوس ومن ثم الملامسات  
البينية واخيرا الرئيسية . ويجرى انفصال الملامسات عند فصل جهاز  
الفصل بترتيب عكسي .

وغالبا ما تتضرر في اجهزة الفصل الاوتوماتية من النوع المذكور  
ومن الأنواع المشابهة من حيث التصميم الملامسات وآلية الفصل  
والزنبركات . وتتمثل هذه الاضرار في تآكل وانصهار الملامسات وفي  
اختلال ضبط الآلية ، وارتخاء الزنبركات . ونتيجة للتأثيرات الكهربائية  
والميكانيكية الدائمة قد يحدث وان يتضرر عازل ملف وسيلة الادارة  
الميكانيكية الكهربائية او العمود الرئيسى لجهاز الفصل الاوتوماتي .  
ويجربى تبعا لطابع الضرر اصلاح اجهزة الفصل الاوتوماتية في  
عنبر الاصلاح الكهربائي او في مكان تركيبها . وفي الحالة الاخيرة  
يفصل جهاز الفصل الاوتوماتي كليا عن الدوائر الكهربائية الموصولة  
به وتتخذ كذلك تدابير للحيلولة دون التحكم عن بعد في جهاز  
الفصل .

ويقام للوصول الى الملامسات بفك مسامير القلاووظ المثبتة  
لغرف اطفاء القوس ومن ثم ومع مراعاة الاجراءات الأمنية تزال غرف  
اطفاء القوس بطريقة لا تتضرر معها شرائح شبكة تجهيزة اطفاء القوس  
الواقعة بداخلها ولامسات الجهاز .

وتنظف بحذر الشرائح المسخمة للشبكة المصنوعة من الصلب  
المغطى بالنحاس بواسطة قضيب من الخشب او بفرشاة ناعمة من  
الصلب لازالة طبقة الهباب عنها ، ومن ثم تمسح بقطع من قماش

نظيف وتغسل . ويمنع استعمال ادوات معدنية (سكاكين ومكاشط ومبارد وغيرها) لهذه الاغراض ، لانه يمكن الاضرار بالطبقة الواقية الرقيقة من النحاس المغطية للشرائح من الصلب .

وغالبا ما تتضرر (تحترق وتنصهر وتآكل) في نظام التلامس لاجهزة الفصل الاوتوماتية ملامسات اطفاء القوس التي تتعرض لتأثير حرارة القوس الكهربائي العالية وبالاخص عند قطعها لتيارات كبيرة . وتغسل الملامسات المحترقة خفيفا ومن ثم تبرد قليلا بمبرد لازالة ذرات النحاس المصهورة الموجودة على سطوحها التشغيلية . ولا يجوز استعمال ورق السفرة لتنظيف الملامسات لان غبار ورق السفرة وذراته الدقيقة قد تنفذ عندئذ الى آلية جهاز الفصل وتسبب الاهتراء السريع لاجزائه المتحاكة نتيجة للتآكل . وتزال عن الملامسات المنصهرة بشدة الناميات النحاسية بالمبرد مع الحرص على ازالة اقل كمية من معدن الملامس والاحتفاظ الى اقصى حد على شكله الاولي . ويوصى باستبدال ملامسات اجهزة الفصل الجارى اصلاحها باخرى جديدة من انتاج المصنع وذلك عندما تصغر ابعادها بما يزيد عن ٣٠٪ .

وعند العمل الطويل لجهاز الفصل الاوتوماتي في ظروف عمليات التوصيل والفصل لا تهترئ ملامساته وحسب بل يختل نظام ضبطها مما يؤدي الى التسخين المفرط للملامسات والى خروجها السريع من حيز العمل . ان ضبط عمل نظام الملامسات لجهاز الفصل الاوتوماتي هو من اكثر عمليات الاصلاح اهمية ويتوقف عليه العمل الطبيعي الطويل لجهاز الفصل . وعند ضبط نظام الملامسات بعد الاصلاح يسعى الى تحقيق التلامس الآني للملامسات الرئيسية ومن ثم البينية واخيرا لاطفاء القوس ، مع ان لتناوب توصيلها ترتيبا



عكسيا . ويضبط التلامس الآنى للملامسات الرئيسية بتغيير وضع الماسك ٢٠ على العمود الرئيسى ١٣ وذلك بشد الصمولة ١٩ او ارخائها .

ويتم ضبط التلامس الآنى للملامسات البينية بشئ الزنبرك المسطح ٢٨ فى الاتجاه اللازم واما لملامسات اطفاء القوس فيتم بشد صمولة الضبط ٣٠ أو بفكها .

ويجب ان يضبط نظام التلامس بحيث يكون مقدار الخلوص ما بين الملامسات المتحركة واللامسات الثابتة البينية ٢١ بما لا يقل عن ٥ مم فى لحظة تلامس ملامسات اطفاء القوس ٢٢ ، واما فى لحظة تلامس الملامسات البينية فلا يجب ان يقل مقدار الخلوص بين الملامسات المتحركة واللامسات الثابتة الرئيسية ٢٣ عن ٢,٥ مم . ويجب فى وضع التشغيل لجهاز الفصل الاوتوماتى الذى تم ضبطه ان لا يقل سقوط\* الملامسات الرئيسية عن ٢ مم (انظر الشكل ١٦٥ ، ب) . واما مقدار الانفراج\*\* A لملامسات اطفاء القوس فيجب ان لا يقل عن ٦٥ مم فى وضع الفصل لجهاز الفصل (انظر الشكل ١٦٥ ، ج) .

ويدخل كذلك فى عداد اعمال اصلاح جهاز الفصل الاوتوماتى فحص وضبط قيم الضغط البدائى والنهائى لملامساته . وتدعى بالضغط البدائى للملامسات القوة الناشئة عن الزنبرك فى مكان التلامس البدائى للملامسات ، واما الضغط النهائى فهو القوة الناشئة

---

\* تدعى بسقوط الملامسات المسافة التى يمكن ان يتزاح اليها سطح التلامس للملامس الموصول كليا اذا جرى ابعاد الملامس الثابت .  
\*\* تدعى بانفراج الملامسات اقصر مسافة بين السطوح التلامسية للملامسات المفصولة .

عن الزنبرك في مكان التلامس النهائي للملامسات . وتعتبر قراءة الدينوموتر ضغطا بدائيا فعليا لملامسات اطفاء القوس لجهاز الفصل عندما يصبح التنقل الحر لمسمار القلاووظ المشكل ٢٤ ممكنا ، واما للملامسات البينية فعندما يبلغ مقدار الخلوص B (انظر الشكل ١٦٥ ، ب) القيمة الواردة في كتالوج الاوتومات . ويقاس الضغط النهائي للملامسات الرئيسية بواسطة دينوموتر خاص يورده المصنع المنتج مع جهاز الفصل . ويتكون الدينوموتر من الكوب ٢٥ والمقياس المدرج ٢٦ بمؤشر ومسمار وصلة ٢٧ بمقبض . ويجرى القياس طبقا لتعليمات المصنع المنتج ومعطيات كتالوج جهاز الفصل الاوتوماتي . ولا يجب ان تختلف قيم الضغوط البدائية لجميع ملامسات الجهاز عن معطيات الكتالوج المطابقة لها باكثر من  $\pm 10\%$ .

وينبغي ضبط ضغط الملامسات بدقة فائقة اذ ان الضغط البدائي الغير كافى قد يسبب تسخيننا غير مسموح به للملامسات وبالتالي انصهارها ، واما الضغط الفائق عن الحد فقد يؤدي الى الاهتراء السريع لنظام الملامسات والاخلال بدقة عمله . ويجب ان تقع ضغوط الملامسات ضمن حدود القيم التي يعينها المصنع المنتج . واذا حدث اثناء عملية الضبط ولم تقع الضغوط البدائية للملامسات المهترئة والضغوط النهائية للملامسات الجديدة ضمن الحدود التي يعينها المصنع والواردة في كتالوج جهاز الفصل فانه يلزم استبدال زنبركات الملامسات المناسبة وذلك باخذها من قطع الغيار التي يوردها المصنع المنتج .

ويجب عند اصلاح اجهزة الفصل الاوتوماتية توجيه الانتباه الى صحة توضع الاذرع على عمود الفصل والى وجود الخلوص المطلوب



بين ذراع العمود وابرة الفاصل . ولا يجب ان تكون الاذرع بميلانات وانحرافات . واما الخلوص بين الذراع والابرة فيجب ان يكون بمقدار ٢ - ٣ مم ، وخلافا لذلك فان الفاصل الادنى او الخاص لن يقوم بفصل جهاز الفصل عند انخفاض الفلظية الغير مسموح به واختفائها كليا في الشبكة المغذية .

وتفحص اثناء عملية الاصلاح سلامة المقاومات ٧ والحشوات المنصهرة للمصهر الواقى ٨ وكذلك حالة ملامسات الفاصل النهائى ومجموعة الملامسات . وفى حالة تعطل هذه القطع ورداءة التلامس فان جهاز الفصل لن يعمل بواسطة وسيلة الادارة الميكانيكية الكهربائية . ويستبدل المقاوم المحترق بآخر جديد ، وتوضع فى المصهر الواقى حشوة منصهرة جديدة مكان المحترقة ، وتنظف الملامسات المحترقة ، واما المتضررة بشدة فتستبدل باخرى جديدة . ويجرى لجهاز الفصل الذى تم اصلاحه التحقق من سهولة حركة الاجزاء المتحركة ومن انعدام استعصاء فى الآلية والتلامس بين الملامسات المتحركة وجدران غرف اطفاء القوس ولهذا الغرض يقام بوصل وفصل جهاز الفصل ببطء ل ١٠ - ١٥ مرة يدويا . وينبغى عند تركيب جهاز الفصل الاوتوماتى المصلح فى مكانه تفقد مأخذ الملامسات ان كانت مشدودة بشكل جيد وان كانت الاسلاك او الكابلات الحاملة للتيار والموصولة بالجهاز لا تشكل قوى ميكانيكية زائدة تؤثر على ملامساته او اطرافه الخارجة .

ويجرى التحقق من صحة التجميع وجودة اصلاح الجهاز وكذلك انعدام العيوب فيه والتي تعرقل عمله بواسطة ١٥ - ٢٠ دورة وصل وفصل فى البداية تحت الفلظية (بدون حمل) ومن ثم بمقدار ٥٠٪ من الحمل المقدر واخيرا بالحمل المقدر كله . ويجرى



كذلك تفقد عمل جميع الفاصلات وتحديد قيم التيارات المطلوبة للفواصل القصوى وبعد ذلك يجرى اختبار جهاز الفصل عند الاحمال المقدرة حسب البرنامج والمواصفات والمعدلات الموضوعية من قبل المصنع المنتج .

وتستخدم فى الوحدات الكهربائية العاملة على فلتية تصل الى ١٠٠٠ فلت اجهزة فصل اوتوماتية ترى فى الشكلين ١٦٦ و ١٦٧ يسترشد عند اصلاحها عادة بالتعليمات الواردة اعلاه والمنسوبة الى اصلاح اجهزة الفصل كالتى فى الشكل ١٦٥ .

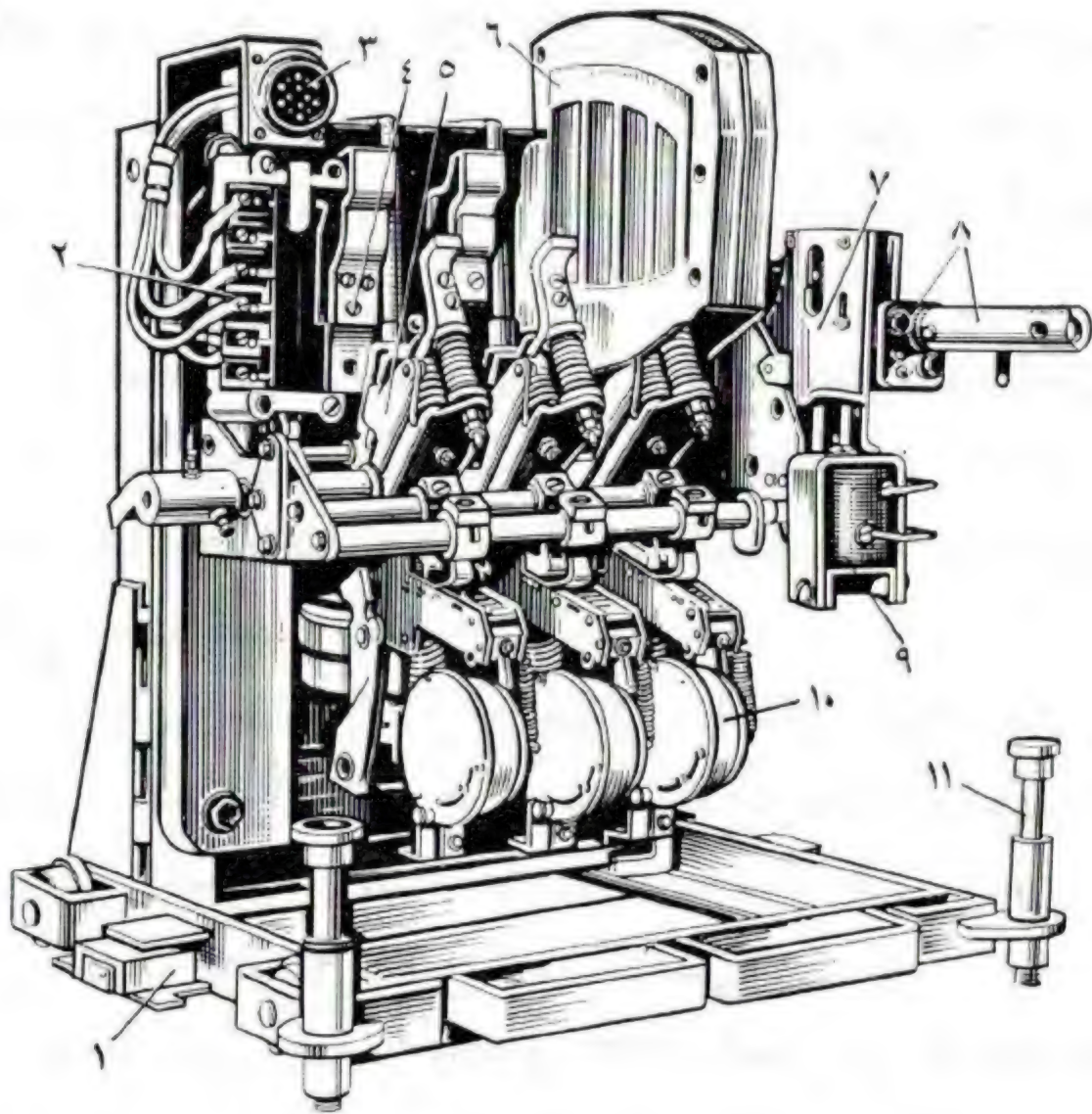
ويتكون جهاز الفصل الاوتوماتى (الشكل ١٦٦) من نظام ملامسات متحركة ٤ وثابتة ٥ ، مغطاة بغرف اطفاء القوس ٦ ومن آلية الفصل الحر ٧ ووسيلة الادارة ٨ ذات التشغيل اليدوى ومن فاصل الفلتية الدنيا ٩ وفاصل التيار الأقصى ١٠ .

وتنتج اجهزة الفصل (الشكل ١٦٦) للعمل على تيارات مقدرة من ٤٠٠ الى ٢٠٠٠ أمبير وبفلتية ٣٨٠ فلت لتيار متردد . ويتكون نظام التلامس لاجهزة الفصل ذات القدرة الاكبر من ثلاث مجموعات من الملامسات .

ويتم تحقيق التحكم فى جهاز الفصل يدويا بوسيلة الادارة ٨ التى تنتقل قوتها الى العمود بواسطة آلية الفصل الحر ٧ ، المكونة من نظام اذرع مرتبطة ببعضها البعض . ويتم الفصل اليدوى لجهاز الفصل الاوتوماتى بواسطة اخراج ذراع آلية الفصل الحر ٧ من وضع «السكون» واما الفصل الاوتوماتى فيتم بتأثير فعل ابرة الفاصل على العمود الفاصل .

ويتكون فاصل التيار الأقصى ١٠ من وشيعة وعضو جذب مدعوم بزنبرك وموصول بآلية زمنية على مقياسها المدرج العلامات "0"





الشكل ١٦٦ . جهاز فصل اوتوماتي ثلاثي الاقطاب للتيار المتردد :  
 ١ - ملامس متحرك مؤرض ، ٢ - جهاز تحويل ، ٣ - وقب (بريزة) وفيشة ،  
 ٤ و ٥ - ملامسان ثابت ومتحرك ، ٦ - غرفة اطفاء القوس ، ٧ - آلية الفصل  
 الحر ، ٨ - وسيلة ادارة للتشغيل اليدوي ، ٩ - فاصل الفلطة الدنيا ، ١٠ - فاصل  
 التيار الأقصى ، ١١ - مثبت وضع العرب

و "Мин" و "Макс" . وعند وضع الآلية الزمنية على العلامة "0" يقوم  
 جهاز الفصل الاوتوماتي بفصل تيارات التقصير وفراط الحمل بطريقة  
 عين . وتنفصل اجهزة الفصل الاوتوماتية الانتقائية مع التعويق الزمني  
 المعطى والذي يحقق بواسطة مبطيء الفصل الميكانيكي . ويحدد  
 التعويق الزمني المطلوب بتحريك مسمار قلاووظ خاص يقع على  
 الآلية الزمنية .

وقد تكون اجهزة الفصل الاوتوماتية (الشكل ١٦٦) مزودة  
بالاضافة الى فاصلات التيار القصوى بفاصل للفلطية الدنيا ، يقوم  
بفصل جهاز الفصل عند انخفاض الفلطية فى الشبكة الكهربائية  
المغذية الى ٣٦٪ من القيمة المقدرة . ويتيح جهاز الفصل الاوتوماتى  
التشغيل والفصل عن بعد . ويجرى التشغيل عن بعد بوسيلة ادارة ذات  
محرك كهربائى يكون جهاز الفصل مزودا بها . وتتكون وسيلة الادارة  
ذات المحرك الكهربائى من محرك كهربائى ومخفض سرعات مع  
قرص فصل ومن فاصل نهائى ومساكة (وصلة) وتجهيزة فرملة .

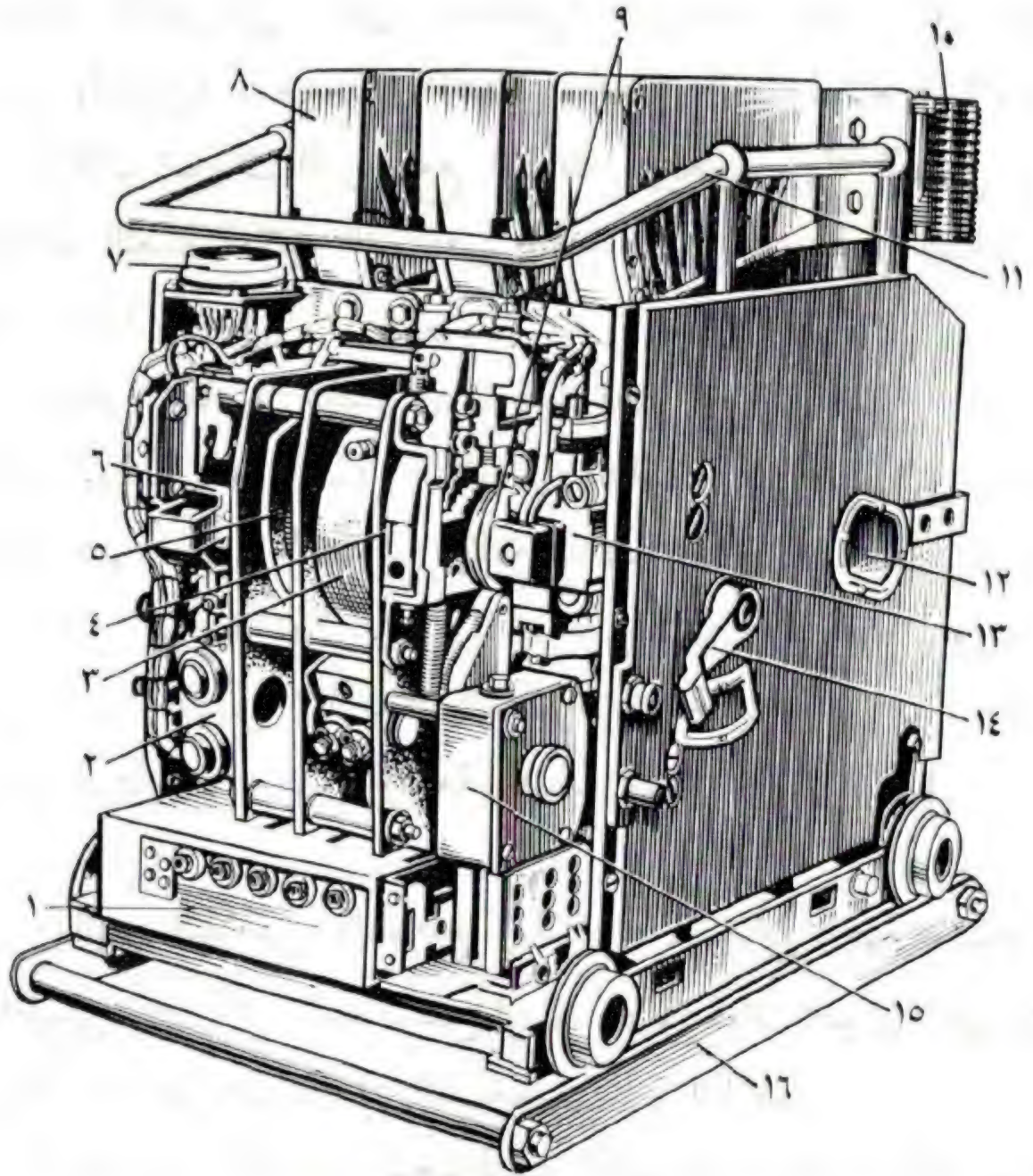
ويدخل فى تركيب تجهيزة الفرملة نصف قرص ، يدوران مع  
عمود المحرك الكهربائى لوسيلة الادارة ويتباعدان فى الاتجاه  
الشعاعى (النصف قطرى) تحت تأثير القوى الطاردة المركزية ،  
وشريط من الصلب يحيط بنصفى القرص . وعند الفرملة ينضغط  
الشريط من الصلب على نصفى القرص ويوقف المحرك الكهربائى .  
وبانتهاء الفرملة يعود نصف القرص والشريط الى وضع الانطلاق .  
وتعمل وسيلة الادارة ذات المحرك الكهربائى بلا تعطل عند تقلبات  
الفلطية من ٨٥ الى ١١٠٪ من القيمة المقدرة .

ويستخدم لتحقيق الفصل عن بعد لجهاز الفصل الاوتوماتى  
(الشكل ١٦٦) الفاصل الواقع على ملطم آلية الفصل الحر والمكون  
من عضو جذب وقلب مع موقف ووشية .

وتستخدم فى الوحدات الكهربائية العاملة بالتيار المتردد ذى  
الفلطية ٦٦٠ فلت اجهزة فصل اوتوماتية (الشكل ١٦٧) التى تقوم  
الصناعة بانتاجها بتصميمين : عادى للتركيب الثابت ، وآخر قابل  
للجر - لاجهزة التوزيع ذات المجموعات الكاملة .



ويوجد لجهاز الفصل الاوتوماتى (الشكل ١٦٧) تشابه اساسى مع اجهزة الفصل الاوتوماتية التى جرى بحثها اعلاه . وجهاز الفصل هذا مزود بنظام تلامس يقع فى غرفة اطفاء القوس ٨ وبآليات (٥ - للتوصيل والفصل الحر ، ٤ - لتعبئة زنبرك التشغيل ، ٩ - للتحكم بوسيلة الادارة الكهربائية) وبمحرك كهربائى ١٣ مع منخفض سرعات ١٥ وبفاصل ٦ وبوحدة الكترونية ١ للحماية بالتيار الاقصى . وتقع جميع الوحدات التجميعية والقطع المذكورة فى هيكل جهاز الفصل الاوتوماتى . ويكون الغرض منها ومبدأ عملها كما هو عليه بالنسبة للوحدات التجميعية والقطع فى الجهاز المبين بالشكل ١٦٦ . وغالبا ما تستخدم اجهزة الفصل (الشكل ١٦٧) فى اجهزة التوزيع ذات المجموعات الكاملة . ويتكون جهاز الفصل الاوتوماتى المصمم للجبر والمستخدم فى اجهزة التوزيع ذات المجموعات الكاملة من خلية معدنية ذات بنية هيكلية ومن جهاز الفصل نفسه المزود بسكة حديد قلابة ١٦ تعمل على تسهيل جر جهاز الفصل من والى داخل الخلية . وتكون الملامسات الرئيسية الثابتة مثبتة على الحائط الخلفى للخلية واما على الجدران الجانبية فتثبت الملامسات الثابتة لجهاز التأريض ولنظام القفل الذى يستبعد امكانية جر جهاز الفصل من والى داخل الخلية فى وضع التشغيل للملامسات . ويكون هيكل الخلية مزودا ببراقى يوصل بواسطتها بشبكة التأريض . ويوجد للملامسات الرئيسية المتحركة وملامسات اطفاء القوس غطاء من السيراميك المعدنى . وتكون الملامسات الرئيسية الثابتة مغطاة بالفضة واما ملامسات اطفاء القوس فتكون مغطاة بالسيراميك المعدنى . ويجرى توصيل الملامسات على حساب الطاقة المخزونة فى زنبرك التشغيل الذى يعبأ يدويا بالمقبض اللازم للاصلاح او اوتوماتيا



الشكل ١٦٧ . جهاز فصل اوتوماتي ثلاثي الاقطاب يعمل بالتيار المتردد :

١ - وحدة الكترونية للحماية بالتيار الاقصى ، ٢ - وحدة ازرار التحكم ، ٣ -  
 زنبرك تشغيل ، ٤ - آلية تعبئة زنبرك التشغيل ، ٥ - آلية التشغيل والفصل الحر ،  
 ٦ - فاصل ، ٧ - الجزء الثابت لوقب (بريزة) التلامس ، ٨ - غرفة اطفاء القوس ،  
 ٩ - آلية التحكم بوسيلة الادارة الكهربائية ، ١٠ - ملامس رئيسي متحرك ،  
 ١١ - مقبض ، ١٢ - نافذة مراقبة ، ١٣ - محرك كهربائي ، ١٤ - ذراع نظام  
 القفل الميكانيكي ، ١٥ - مخفض سرعات ، ١٦ - سكة حديد قلابية



بالمحرك الكهربائي ذي مخفض السرعات بعد كل عملية توصيل (تشغيل) . ويجرى الفصل والفصل الحر لنظام الملامسات عند اختلال تماسك الذراع مع السقاطة . ويكون جهاز الفصل مزودا بزنبركات التعبئة الذاتية التي تعود بنظام الفصل الى وضع البداية بعد انتهاء عملية الفصل .

ويقوم الفاصل القصوى بتحقيق فصل جهاز الفصل عند نشوء تيارات التقصير او الحمل الزائد في الدائرة الكهربائية التي يجرى التحكم فيها بجهاز الفصل . وتقدم الفلطة الى وشيعة الفصل للفاصل عند تشغيل الوحدة الالكترونية للحماية بالتيار القصوى . ويجرى فصل جهاز الفصل بالوحدة الالكترونية لحظيا او بتعويق زمني يجرى ضبطه في حدود واسعة حسب التيار وزمن الفصل .

مفاتيح التلامس (القواطع التلقائية) . يدعى جهاز التحويل المغناطيسي الكهربائي المخصص لوصل وفصل دوائر القوى الكهربائية عن بعد عند ظروف العمل الطبيعية بمفتاح التلامس . ان مفاتيح التلامس المغناطيسية الكهربائية منتشرة بشكل واسع في الوحدات الكهربائية للمؤسسات الصناعية حيث انها تعتبر اجهزة قوى اساسية للمخططات الحديثة لوسائل الادارة المؤتمتة . ويقام بانتاجها للعمل في الوحدات الكهربائية العاملة على التيارين المتردد والمستمر . وتستخدم في الوحدات الكهربائية ثلاثية الاطوار العاملة على التيار المتردد مفاتيح تلامس (الشكل ١٦٨ ، أ) ثلاثية الاقطاب تتكون من انظمة المغناطيس الكهربائي والتلامس واطفاء القوس . ويعمل النظام المغناطيسي الكهربائي (الشكل ١٦٨ ، ب) على التحكم من بعد (توصيل وفصل) في جهاز التلامس ويتكون

من النير ١١ مع القلب وعضو الجذب ١٤ ومن اللفة المقصرة ١٥  
والوشيجة ١٢ للمغناطيس الكهربائي وقطع تثبيت الاخير على اللوحة  
العازلة . ويكون القلب وعضو الجذب مجتمعين من صفائح الصلب  
الكهربائي الصناعي بسمك ٠,٣٥ او ٠,٥ مم وهى عبارة عن رزم  
محشية . ولاكساب القلب وعضو الجذب الصلابة اللازمة وللحيلولة  
دون انسلاخ طبقات الحشوة عن بعضها البعض يكون سمك صفائح  
الشد الطرفية للرزم اما ٠,٨ او ١ مم .

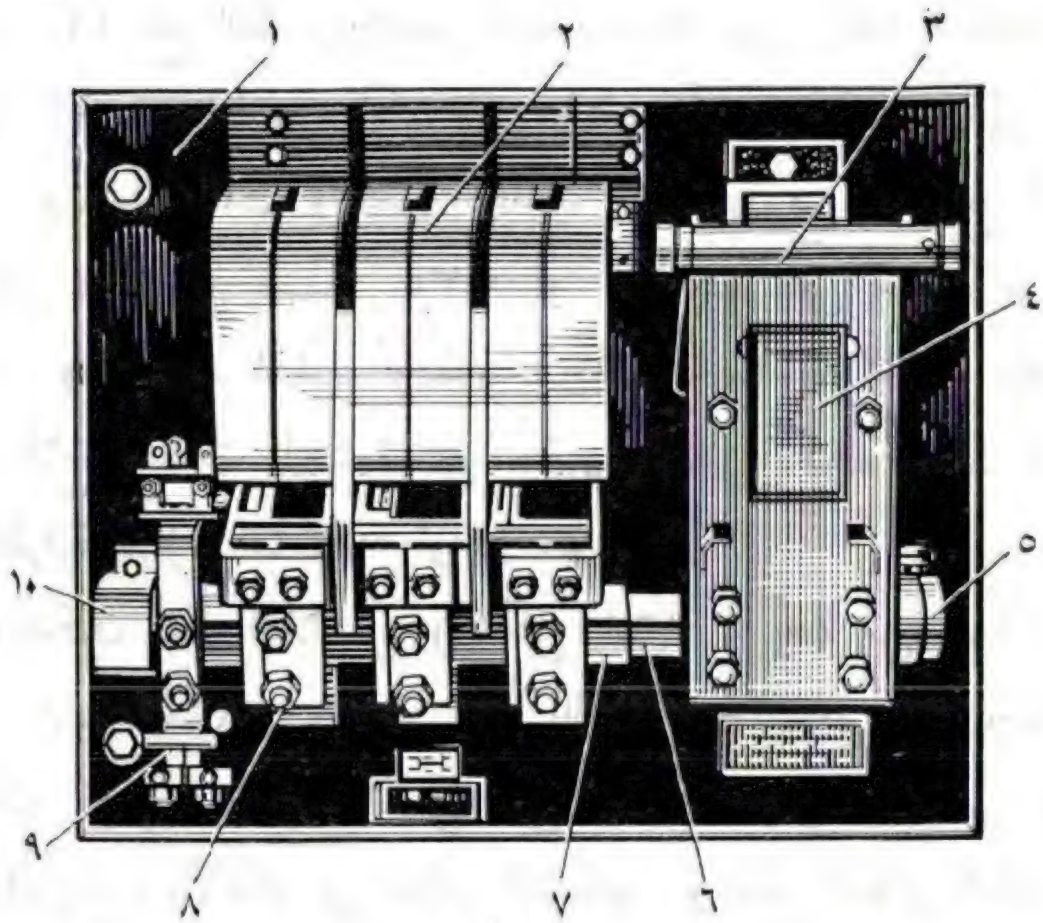
ويتكون نظام التلامس (الشكل ١٦٨ ، ج) من الملامسات  
الرئيسية المتحركة ١٨ والثابتة ١٧ والوصلات المرنة ٢١ ومجموعة  
ملامسات قنطرية الطراز تعمل على تبديل جهاز التلامس ونظام  
البلوك (الارتاج) والانذار فى دوائر التحكم . وتنقطع الدوائر الكهربائية  
ذات تيار الحمل باللامسات الرئيسية ولذا فان الاخيرة مزودة بنظام  
اطفاء القوس .

ونظام اطفاء القوس هو عبارة عن جهاز يتكون من غرفة  
موضوعة بداخلها شبكة اطفاء القوس من الشرائح ١٦ من الصلب  
المغطاة بطبقة من النحاس . وتكون الغرفة مصنوعة من مادة مقاومة  
لنار وتتألف من نصفين . وتقع الشرائح بداخل الغرفة بشكل متعامد  
مع عمود القوس الكهربائي . وينسحب القوس الكهربائي الناشئ  
عند فصل جهاز التلامس الى داخل الشبكة متقطعا فيها الى عدة  
اقواس صغيرة لا تلبث ان تبرد وتنطفئ بسرعة .

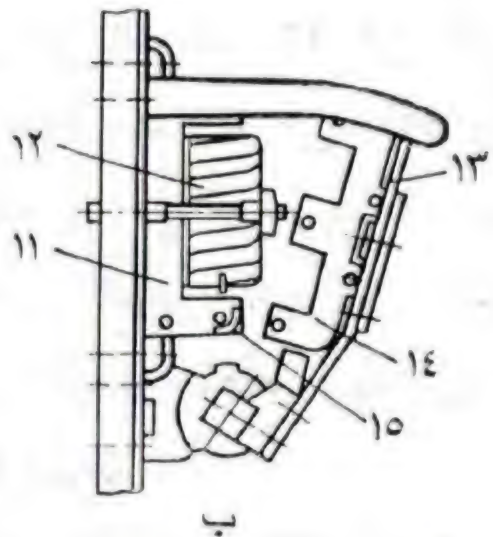
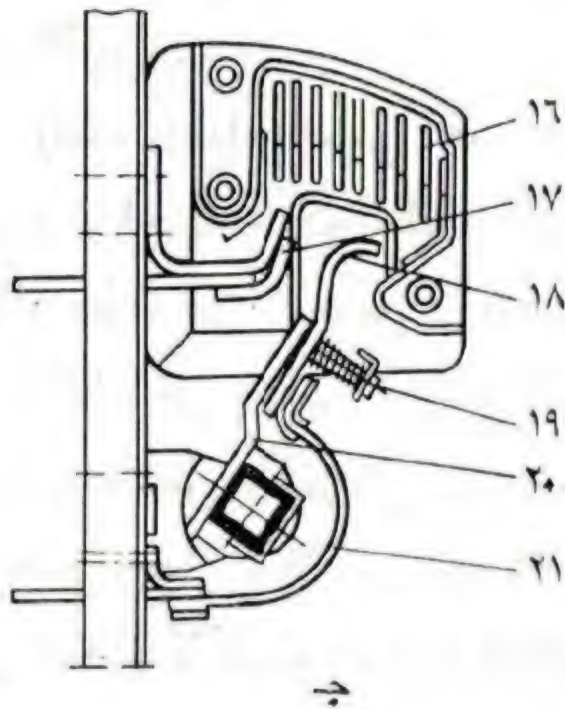
وتوجد فى جهاز التلامس ثلاثى الاقطاب ثلاثة ازواج من  
اللامسات الرئيسية المزودة بثلاثة اجهزة لاطفاء القوس (جهاز  
واحد لكل قطب) .

ويحصل اثناء اجراء عمليات التشغيل المتكررة بواسطة جهاز





8



التلامس انه كلما كانت التيارات الجارى فصلها كبيرة كلما سخنت الملامسات والشرائح بشدة .

ويتم التحكم بواسطة جهاز التلامس على النحو التالى : عند توصيل الفلظية الى دائرة وشيعة المغناطيس الكهربائى يقوم القلب بجذب عضو الجذب الذى يقوم اثناء دورانه بزاوية معينة بضغط الملامسات المتحركة الواقعة معه على عمود واحد ، على الملامسات الثابتة ويبقى عليها فى وضع التشغيل .

وعند فصل الدائرة الكهربائية للوشيعة يتوقف قلبها عن الامساك بعضو الجذب وتسقط من جراء ذلك الملامسات المتحركة تحت تأثير كتلتها الذاتية قاطعة بذلك الدائرة الكهربائية .

ويمكن فى اجهزة التلامس الاحتفاظ بعضو الجذب فى وضع التشغيل كذلك بواسطة سقاطة ويوجد فى مثل اجهزة التلامس هذه بالاضافة الى النظام المغناطيسى الكهربائى الخاص بتشغيل وتوصيل الجزء المتحرك الى اسفل السقاطة جهاز مغناطيسى كهربائى اضافى يتم بواسطته فصل جهاز التلامس وذلك بتحرير جزئه المتحرك من اسفل السقاطة . وبالامكان فصل جهاز التلامس ليس بتأثير الكتلة

---

الشكل ١٦٨ . جهاز تلامس ثلاثى الاقطاب :

أ - منظر عام ، ب - النظام المغناطيسى الكهربائى ، ج - نظاما التلامس واطفاء القوس ؛ ١ - لوحة عازلة ، ٢ - غرفة اطفاء القوس ، ٣ - مصد ، ٤ - مغناطيس كهربائى ، ٥ و ١٠ - كراسى تحميل ، ٦ - عمود ، ٧ - عازل العمود ، ٨ - مثبت نظام التلامس على العمود ، ٩ - مجموعة ملامسات ، ١١ - نير مع القلب ، ١٢ - وشيعة المغناطيس الكهربائى ، ١٣ - ماسك عضو الجذب ، ١٤ - عضو الجذب ، ١٥ - لفة مقصورة ، ١٦ - شرائح شبكة غرفة اطفاء القوس ، ١٧ و ١٨ - ملامسان رئيسيان ثابت ومتحرك ، ١٩ - زنبرك تلامس ، ٢٠ - ماسك الملامس المتحرك ، ٢١ - وصلة مرنة



الذاتية للجزء المتحرك وحسب بل وبمساعدة زنبركات الفصل ايضا .  
ومن الضروري عند انجاز الاصلاحات الجارية لاجهزة التلامس  
فى اماكنها القيام مسبقا بفصل جميع الاسلاك والكابلات والقضبان  
الحاملة للتيار الموصولة بها . ويوصى باجراء الاصلاحات الشاملة  
لاجهزة التلامس فى ورش الاصلاح الكهربائى .

ويتلخص اصلاح اجهزة التلامس بشكل رئيسى فى استبدال  
القطع المتضررة او المهترئة باخرى جديدة مع الضبط اللاحق والاختبار  
لاجهزة التلامس . ويضطر فى اغلب الاحيان الى استبدال الملامسات  
الرئيسية والوصلات المرنة وغرف اطفاء القوس ووشائع المغناطيس  
الكهربائى والزنبركات واللفات المقصرة .

ان الشرح الوارد ادناه لطرق استبدال هذه القطع عند اجراء  
الاصلاحات منسوب الى بعض الانواع والتصاميم البنيوية لاجهزة  
التلامس من عداد اكثر هذه الاجهزة انتشارا فى الوحدات الكهربائية  
للمؤسسات الصناعية . ويجب لاستبدال الملامسات الرئيسية نزع غرفة  
اطفاء القوس عنها وفك المسمار المقلوظ المثبت للوصلة المرنة على  
اللامس المتحرك ومن ثم اخراج اللامس المذكور . وبعد ذلك  
يجب فك المسمار المقلوظ المثبت للجزء القابل للاستبدال لللامس  
الثابت ورفع الاخير وغسله واما فى بعض الحالات فيجب تنظيف  
سطوح التلامس لجميع الوصلات التلامسية المفككة ذات البراغى  
وتشحيمها بطبقة رقيقة من الفازيلين الصناعى . ويلزم فيما بعد  
تركيب ملامس جديد فى مكانه وتجميع القطع كلها فى تعاقب  
عكسى لعملية الفك .

يتلخص تضرر الوصلات المرنة بانكسار بعض الشرائح  
النحاسية او الاسلاك . وتستبدل فى هذه الحالة الشرائح المتضررة

باخرى جديدة مصنوعة من النحاس المدلفن الصلد ذى الماركات والمقاطع المناسبة . وعند تضرر اكثر من ٢٠٪ من الشرائح يوصى باستبدال الوصلة المرنة كلياً باخرى جديدة مصنوعة من صفائح النحاس بسبك ٠,٢ - ٠,٣ مم .

ويتلخص اصلاح غرفة اطفاء القوس فى استبدال الملاطم المتضررة وتنظيف شرائح شبكة اطفاء القوس من السناج وذرات المعدن المصهور . واما ملاطم الغرفة التى توجد فيها شقوق نافذة فتستبدل باخرى جديدة مصنوعة من مواد مقاومة للنار ومكافئة للمستبدلة . وعند وجود شقوق غير كبيرة على ملاطم الغرفة يملأ الفراغ الحاصل بخليط على شكل عجينة مكون من مسحوق الاسبستوس والاسمنت المحلولين بالماء .

ويزال السناج عن شرائح شبكة اطفاء القوس بواسطة مجرف خشبى او بفرشاة ناعمة من الصلب ومن ثم تغسل ، وتستبدل الشرائح المنصهرة بشدة باخرى جديدة وذلك بتجميعها بواسطة شبلونة لها شكل كالمشط . ومن الانسب استبدال الغرفة ذات القطع الخارجية او الداخلية المتضررة بشدة باخرى جديدة .

ويتلخص تضرر وشائع المغناطيسات الكهربائية بسوء حالة العازل وبنشوء تقصيرات بين لفات ملفها من جراء ذلك . وتستبدل الوشيعية المتضررة باخرى جديدة او يعاد لف ملفها . وقد تكون وشائع اجهزة التلامس ذات بنية هيكلية او لا هيكلية . وعند تضرر ملف الوشيعية الهيكلية تحرر الاخيرة من الملف القديم والهيكل من بقايا العازل القديم وبعد طلاء سطحه بطبقة من ورنيش الباكيليت يجفف وبعد ذلك يلف على الهيكل ملف جديد من سلك له نفس ماركة ومقطع سلك الملف المتضرر .



واذا كان هيكل الوشيعة متضررا ايضا ، يقام بصنع هيكل جديد مع المحافظة على بنية الهيكل المتضرر وابعاده الاولى .

ومن اجل لف وشيعة جديدة لا هيكلية تصنع شبلونة من الخشب ذات شكل يناسب شكل الوشيعة القديم واما ابعادها فيجب ان تزيد عن ابعاد القلب المغناطيسى لجهاز التلامس بمقدار سمك العازل . وتثبت على جوانب الشبلونة ملاطم (عوارض) من الابلكاش وعلى مسافة تعادل ارتفاع الوشيعة بدون العازل الخارجى . ويلف السلك على الشبلونة بعد ان توضع اربع قطع من خيوط المصيص مسبقا تحت الطبقة الاولى لللفات وذلك لضمها ببعض بعد لف السلك وكيلا تنفطر الوشيعة عند نزعها عن الشبلونة . ويلف السلك بتراص ، اللفة جانب اللفة مع طلاء كل طبقة بورنيش عازل لرفع مقاومة الوشيعة للرطوبة . واذا كانت طبقات اللفات للوشيعة القديمة معزولة بحشوات ورقية فيقام ايضا بوضعها بين طبقات الوشيعة الجديدة باستخدام الورق الخاص بالمكثفات .

وعند لف الوشيعة بسلك رفيع تصنع اطرافه الخارجة البدائية والنهائية من سلك مرن بقطر يعادل ٨,٠ مم واكثر كيلا ينقطع الطرف الخارج . وتوصل الاطراف الخارجة بسلك الوشيعة بواسطة اللحام بمونة من القصدير والرصاص . ويعزل مكان اللحام بدقة بشريط من الميكانيت بسمك ٣,٠ مم وبعرض ٨ - ١٠ مم يوضع بتراكب نصفى فى قطاع يزيد عن القطاع الملحوم بما لا يقل عن ٥ مم من كل جهة . وتلحم الاسلاك داخل الوشيعة فقط فى الحالات القصوى مع مراعاة المتطلبات التى وردت سابقا لعزل مكان اللحام . وتثبت الاطراف الخارجة من الوشيعة بمتانة على الهيكل بخيوط من المصيص ومن ثم تلحم على نهاياتها اطراف نحاسية . وتنزع

الوشية الجاهزة عن الشبلونة وتلف بشرط قطنى وذلك لاكساب  
الوشية الصلابة اللازمة ولحمايتها من الاضرار الميكانيكية ، وتشبع  
الوشية الجاهزة بورنيش عازل ، ويجرى لهذا الغرض تغطيس  
الوشية لمدة ١٥ - ٣٠ دقيقة (تبعاً لابعاد الوشية وللزوجة الورنيش)  
فى حوض يحتوى على ورنيش لا يضر بطبقة الميناء التى تغطى  
الاسلاك . وتجفف الوشية بعد التشبيع فى خزانة تجفيف لمدة  
٤ - ٦ ساعات عند حرارة ٧٠ - ٨٠° م او لمدة ٢ - ٣ ساعات  
عند حرارة ٩٠ - ١٠٠° م . وتفحص الابعاد الداخلية والخارجية  
للوشية الجاهزة ومن ثم تجلس على القلب المغناطيسى وتوصل  
نهايات الاطراف الخارجة بالمخطط الكهربائى . وتفحص الوشية  
نهائيا بالتشغيل والفصل التجريبي لجهاز التلامس (بما لا يقل عن  
١٠ دورات) .

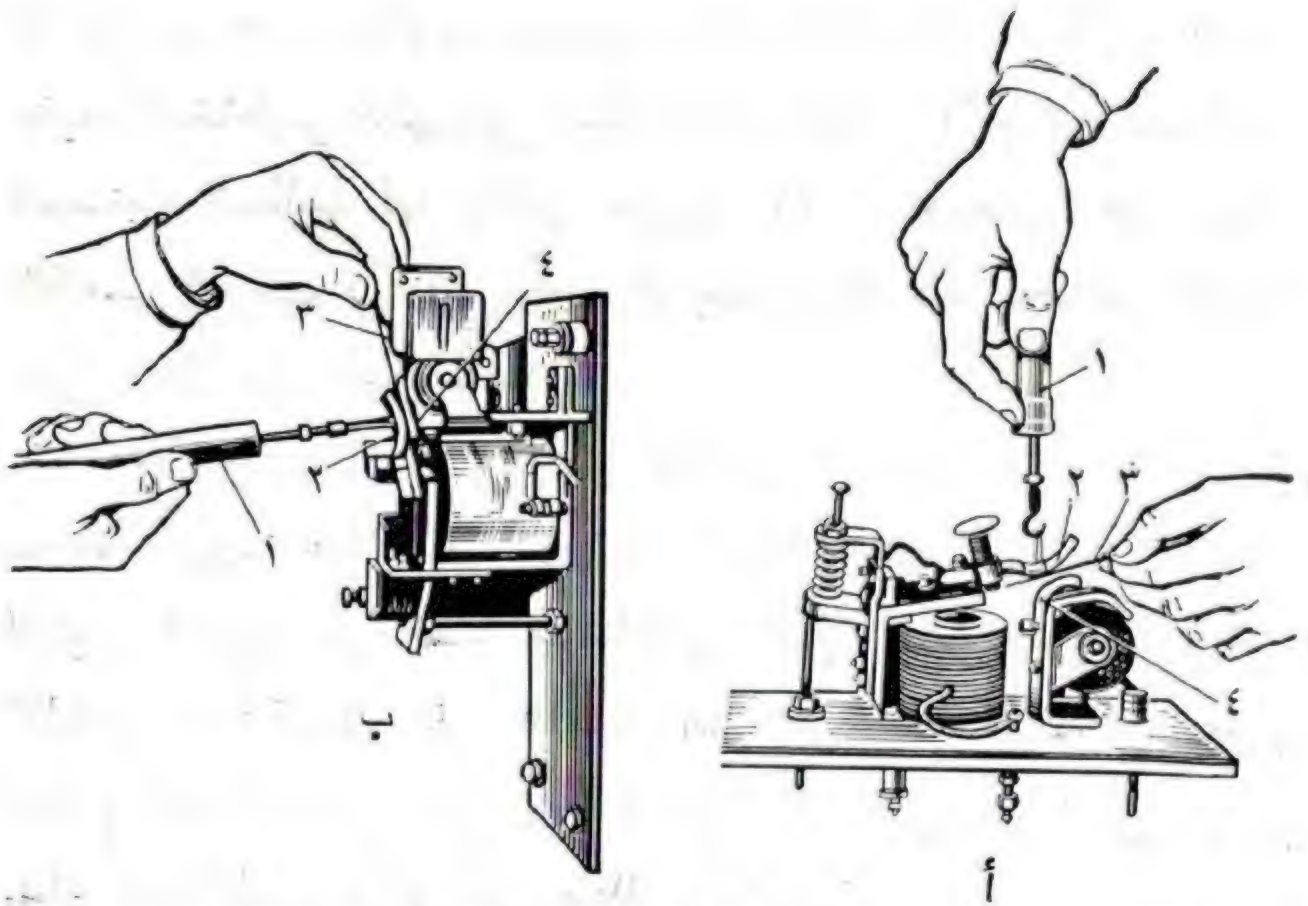
وتتضرر اللفة المقصرة من جراء الضربات الشديدة عند تشغيل  
جهاز التلامس المختل ضبطه وكذلك عند التسخين الغير مسموح به  
للقلب المغناطيسى . ولاستبدال اللفة المقصرة المقطوعة ثنى الشرائح  
من الصلب المبرشمة على صفائح الشد الطرفية لרزمة القلب المغناطيسى  
ويخرج باللفة المتضررة من المجرى الموجود فى القلب . وبعد  
تركيب لفة جديدة فى المجرى تثبت باعادة ثنى الشرائح من الصلب  
عليها . وغالبا ما تصنع الملفات المقصرة الجديدة من النحاس الاصفر  
مع الحفاظ على ابعاد اللفة المتضررة . ويمنع تغيير مادة وابعاد  
ومقطع اللفة المقصرة لتلافى الاخلال بالعمل الطبيعى لجهاز التلامس .  
ويجب استبدال الزنبركات المتضررة باخرى جديدة من قطع  
الغيار الموردة كمجموعة متكاملة مع جهاز التلامس ؛ ويمنع  
استخدام زنبركات مصنوعة فى الورشة .



وغالبا ما يتضرر اثناء تشغيل اجهزة التلامس عازل عمود الملامسات المتحركة . ويستبدل العازل المتضرر بآخر جديد مصنوع من مادة مكافئة للمادة المستبدلة بخصائصها وسمكها .

وتفحص بعد الانتهاء من العمليات الاساسية للاصلاح قيمة الضغطين البدائي والنهائي للملامسات الرئيسية . ان مثل هذا الفحص ضرورى وبالاخص بعد الاصلاح الشامل لجهاز التلامس مع الاستبدال الجزئى او الكلى للملامسات . ويفحص الضغط البدائي عندما يكون الملامس مفصولا (الشكل ١٦٩ ، أ) حيث يقام لهذا الغرض بالقاء انشودة على الاصبع ٢ للملامس المتحرك يشبك بها خطاف الدينوموتر ١ . ويوضع بين الاصبع وماسك الملامس شريط من الورق (ورق مفضض رقيق) ٣ بعرض ٢٠ - ٢٥ مم ، ومن ثم يسحب الملامس باحدى اليدين مع مراقبة مؤشر الدينوموتر الى ان يتحرر الشريط من الورق الذى تقوم اليد الاخرى بسحبه خفيفا . ويدل مؤشر الدينوموتر على قيمة الضغط البدائي فى لحظة تحرر الشريط . ويقام بتحديد الضغط النهائى للملامسات الرئيسية عندما يكون جهاز التلامس فى وضع التشغيل (الشكل ١٦٩ ، ب) بوضع شريط من الورق بين الملامسين المتحرك والثابت . ويتصف الضغط النهائى للملامسات الرئيسية بالقوة اللازمة لتحرير الشريط من الورق المحصور بين الملامسين .

والمرحلة الختامية لاصلاح جهاز التلامس المجمع كليا هى فحص صحة المخطط الكهربائى المجمع ومثانة تثبيت الملامسات المتحركة على العمود واحكام التصاق عضو الجذب بالقلب المغناطيسى . ولفحص نوعية الاصلاح الذى تم اجراؤه وكذلك للتيقن من تلبية جهاز التلامس للمتطلبات الفنية الاساسية المقدمة له يعرض ، حسب



الشكل ١٦٩ . فحص ضغوط الملامسات الرئيسية لجهاز التلامس :  
 أ - الضغط البدائي ، ب - الضغط النهائي ؛ ١ - دينومتر ، ٢ - اصبع الملامس  
 المتحرك ، ٣ - شريط من الورق ، ٤ - الملامس الثابت

برنامج مختصر ، لاختبارات رقابية تستخدم في المصنع المنتج  
 لأجهزة التلامس ذات الانماط والتصاميم المماثلة .  
 ويدخل عادة في مجموعة الاختبارات ما بعد الاصلاح  
 لمعظم اجهزة التلامس فحص مقاومة العازل وقياس المقاومة الاومية  
 لملف الوشيعه للمغناطيس الكهربائي وتحديد دقة تشغيل جهاز  
 التلامس عند انخفاض الفلطية .

ويجرى اختبار العازل بواسطة ميجأومتر يعمل على ٥٠٠ فلط  
 وذلك بفحص مقاومته بين الاجزاء الموصلة للتيار في جهاز التلامس  
 واجزائه الاخرى التي لا تقع تحت الفلطية بشكل طبيعي . ويجب ان  
 تتطابق مقاومة العازل مع معطيات الاختبارات المصنعية ولكن على ان



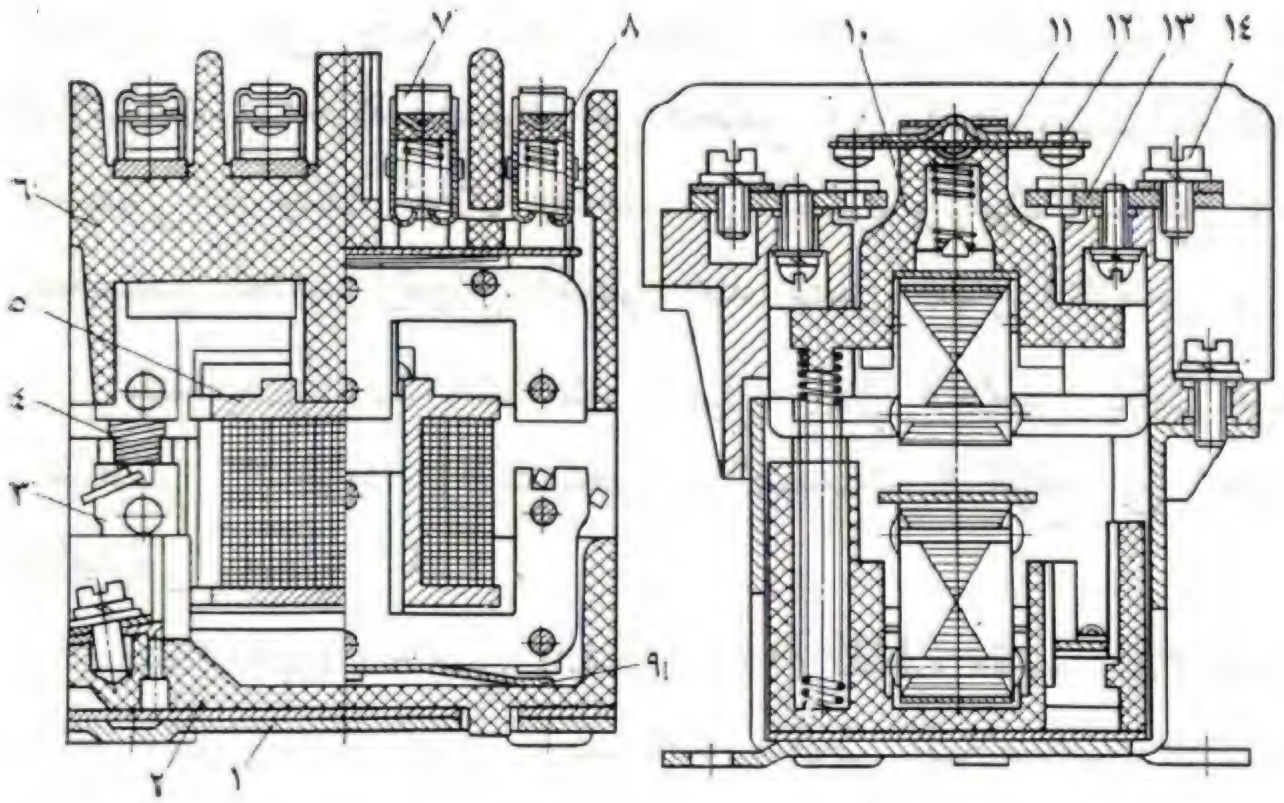
لا تقل عن ٠,٥ ميجاأوم . ويجب ان لا تختلف المقاومة الأومية لملف وشيعة المغناطيس الكهربائي المقاسة عند حرارة ٢٠° م عن المعطيات المصنعية المطابقة لها باكثر من  $\pm 10\%$  ، ويجب على جهاز التلامس المركب فى وضع رأسى ان يعمل بدقة عند انخفاض الفلطية حتى ٨٥٪ من القيمة المقدرة .

ولا يجب عند عمل جهاز التلامس ان يكون هناك ارتفاع فى درجة حرارة الملامسات وشيعة المغناطيس الكهربائي وكذلك الطنين الشديد فى نظام المغناطيس الكهربائي . ويدل وجود الظواهر المذكورة على النوعية الغير مرضية للاصلاح وعلى انعدام الضبط لبعض قطع وانظمة جهاز التلامس ( وبشكل رئيسى نظام المغناطيس الكهربائي ونظام التلامس ) .

المقلعات المغناطيسية (أجهزة بدء الحركة) . يدعى بالمقلع المغناطيسى الجهاز الموحد للتحكم من بعد المكون من جهاز تلامس مضاف اليه مرحل حرارى\* ، والقائم بالتوفيق بين وظائف اجهزة التحكم والحماية . ويستخدم كجهاز تحكم مثلا ، لتشغيل وتوقيف وتغيير (عكوس) اتجاه دوران المحرك الكهربائي واما كجهاز حماية فانه يقوم بفصل التيار عن المحرك الكهربائي او الوحدة الكهربائية عند الاحمال الزائدة الغير مسموح بها والتقصيرات فى الدائرة الكهربائية وكذلك عند انخفاض الفلطية الى درجة معينة او اختفائها كليا (الحماية الصفريّة) . وغالبا ما تستخدم فى المقلعات المغناطيسية اجهزة تلامس كالظاهرة فى الشكلين ١٧٠ و ١٧١ .

\* تصنع المقلعات المغناطيسية ايضا بدون مرحلات حرارية ، حيث يشار الى ذلك بالرقم الوارد فى رمز الجهاز .





الشكل ١٧٠ . جهاز تلامس :

١ - قامطة من الصلب ، ٢ - جرن من البلاستيك ، ٣ - قلب مغناطيسي ، ٤  
و ٩ و ١١ - زنبركات ارتداد وتخفيف صدمات ومسطح ، ٥ - وشيعة ، ٦ - رأس ،  
٧ - ملامس متحرك ، ٨ - زنبرك تلامس اسطواناني ، ١٠ - حامل ، ١٢ - قنطرة  
مع ملامسات متحركة مرفوعة ، ١٣ - صفيحة مع ملامس ثابت ، ١٤ - مسمار  
مقلوظ لتوصيل اسلاك (قضبان) الشبكة الخارجية

يتكون جهاز التلامس (الشكل ١٧٠) الخاص بالمقلع  
المغناطيسي من قاعدة ورأس من البلاستيك . والقاعدة هي عبارة عن  
قامطة من الصلب ١ مع جرن من البلاستيك ٢ الذي يقع بداخله  
القلب ٣ للموصل المغناطيسي مع الوشيعة الساحبة ٥ كما وثبت فيه  
مشابك الاطراف الخارجية للوشيعة .

وتقع على الرأس من الخارج الصفائح ١٣ مع الملامسات الثابتة  
والمسامير المقلوطة المخصصة لتوصيل اسلاك (قضبان) الشبكة  
الكهربائية الخارجية بالجهاز . ويقع في داخل الرأس الحامل ١٠  
المصنوع من البلاستيك مع اربع قناطر ١٢ تركيب عليها الملامسات



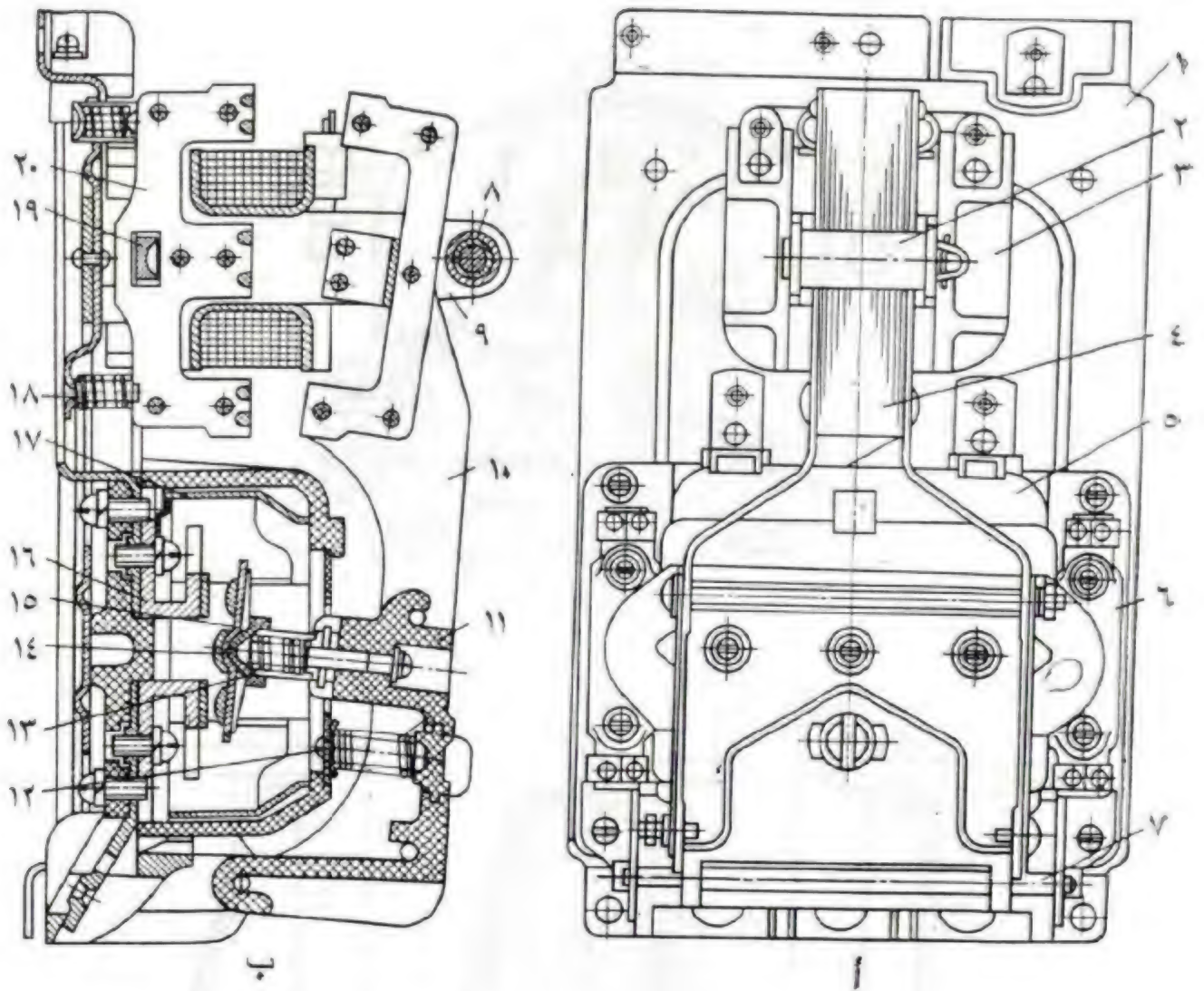
المتحركة . وفي وضع الفصل لجهاز التلامس تكون القناطر مع الملامسات المتحركة مضغوطة على الحامل ١٠ بواسطة زنبرك التلامس الاسطوانى ٨ وذلك خلال القامطة من الصلب والزنبرك المسطح ١١ المخصص لخمد ارتجاج القنطرة عند فصل جهاز التلامس .

ولتخفيف الصدمات عند تشغيل جهاز التلامس يكون قلبه المغناطيسى ٣ مزودا بزنبرك تخفيف الصدمات ٩ الواقع فى الجرن البلاستيكي اسفل القلب .

تنتج اجهزة التلامس (الشكل ١٧٠) لفلطية مقدرة ٣٨٠ فلوط وبتيار مقدر ٦,٦ أمبير وبقياسات سقوط الملامسات الرئيسية  $2,4 \pm 0,5$  مم وانفراج الملامسات  $3 \pm 0,5$  مم .

وجهاز التلامس العامل بتيار قدره ٤٠٠ أمبير (الشكل ١٧١) الخاص بالمقلع المغناطيسى هو عبارة عن بنية بمجموعة موحدة مع القطع الموصلة للتيار ، المعزولة عن هيكل الجهاز ويتكون من : نظام مغناطيسى يحتوى على الوشيعه ٣ وعضو الجذب ٤ والقلب المغناطيسى ٢٠ ؛ ومن نظام تلامسى يحتوى على مجموعة الملامسات ٦ واللامسات الثابتة ١٦ وقنطرة الملامسات ١٥ مع الملامسات المتحركة ؛ ومن آلية تحتوى على زنبرك الارتداد ١٢ والذراع ١٠ والحامل ١١ .

ويوجد للنظام المغناطيسى من الطراز الدوار شكل على هيئة III موجهة بمحاذاة اتجاه الذراع وقناطر الملامسات . ويقع النظام التلامسى من الطراز الدوار الذى تستقر ملامساته بين محور دوران المنظومة المتحركة وعضو الجذب ٤ للمغناطيس الكهربائى متعارضا مع اتجاه الذراع وقنطرة الملامسات .



الشكل ١٧١ . جهاز تلامس يعمل بتيار قدره ٤٠٠ أمبير :  
 أ- منظر أمامي ، ب - مقطع جانبي ؛ ١ - قاعدة ، ٢ - مصدر عضو الجذب ،  
 ٣ - وشيعة ، ٤ - عضو الجذب ، ٥ - غرفة اطفاء القوس ، ٦ - مجموعة ملامسات ،  
 ٧ - عمود (محور) الذراع ، ٨ - جلبة ، ٩ - قائم ، ١٠ - ذراع ، ١١ - حامل ،  
 ١٢ و ١٤ - زنبركا ارتداد وتلامس ، ١٣ - حشوة ، ١٥ - قنطرة الملامسات ،  
 ١٦ - ملامس ثابت ، ١٧ - قامطة ، ١٨ و ١٩ - زنبرك تخفيف الصدمات  
 ومسمار محور للقلب ، ٢٠ - قلب مغناطيسي

ويتم تخفيف ضربات عضو الجذب على القلب المغناطيسي  
 بواسطة ثلاثة زنبركات لتخفيف الصدمات ١٨ واما ضربات القلب  
 ٢٠ على مسمار المحور ١٩ فيتم تخفيفها بشرائح من التكستوليت  
 مركبة بين مسمار المحور والقلب في الفتحة المستطيلة للقلب .





وتعمل الجلبة ٨ (من البلاستيك او المطاط) على تخفيف ضربات  
عضو الجذب ٤ على المصد ٢ .

وتعمل المرحلات الحرارية المستخدمة في المقلعات المغناطيسية  
على حماية الدوائر الكهربائية من تيارات الحمل الزائد والتقصير .  
يتكون المرحل الحرارى (الشكل ١٧٢) من السخان ٥ والعنصر  
الحرارى ثنائى المعدن ٢ اللذين يعملان على الشكل التالى : يمر  
التيار الكلى  $I_f$  (الشكل ١٧٢ ، ب) للمحرك الكهربائى فى طريقه  
من ملامسات المقلع المغناطيسى الى المحرك خلال السخان والعنصر  
الحرارى ثنائى المعدن للمرحل الحرارى الموصولين على التوازي .  
وفى هذه الحالة يمر الجزء الاكبر من التيار  $I_h$  خلال السخان ذى  
المقاومة الصغيرة واما الجزء الاصغر من التيار  $I_{h.e}$  فيمر خلال  
العنصر الحرارى ثنائى المعدن المكون من شرائح ثنائية المعدن ذات  
المقاومة الكبيرة . ويسخن عند مرور التيار كل من السخان والعنصر  
الحرارى ثنائى المعدن . ويغير العنصر الحرارى ثنائى المعدن شكله  
(اى يتشوه) تحت تأثير الحرارة الناتجة عن السخان وحرارته الذاتية  
ويقوم جزؤه الايسر اثناء انحنائه جانبا بدفع الملامسين الفاصلين  
٦ و ٧ (الشكل ١٧٢ ، أ) ويقطع بذلك الدائرة المغذية المحتفظة  
بالوشية ونتيجة لذلك ينفصل المقلع .

---

الشكل ١٧٢ . مرحل حرارى يركب فى المقلع المغناطيسى مع جهاز التلامس  
العامل بتيار قدره ٤٠٠ أمبير :

أ - تركيبة المرحل ، ب - مبدأ عمل الجهاز (تدل السهام على خط سير التيار) ؛  
١ - تجهيزة الارتداد الذاتى للملامس المتحرك ، ٢ - عنصر حرارى ثنائى المعدن ،  
٣ - زر اعادة الملامس المتحرك يدويا ، ٤ - ضابط قيم التيار ، ٥ - سخان  
العنصر الحرارى ثنائى المعدن ، ٦ و ٧ - ملامسان فاصلان ثابت ومتحرك ؛  
 $I_f$  و  $I_h$  و  $I_{t.e}$  - التيار الكلى والتياران الماران خلال السخان والعنصر ثنائى المعدن بالترتيب



وبانقضاء الوقت اللازم لتبريد العنصر الحرارى ثنائى المعدن بعد تشغيله يجرى الارتداد التلقائى لملامسى الفصل ٦ و ٧ الى الوضع البدائى (وضع الاتصال) . ولتفادى تأخير او استعصاء الارتداد التلقائى للملامسات يكون المرحل الحرارى مزودا بجهاز يدوى لارتداد الملامسات مكون من منظومة اذرع تدار بالزر ٣ . والسخان المركب فى المرحل الحرارى هو عبارة عن قطعة قابلة للاستبدال ويتم اختياره حسب التيار المقدر للمحرك الكهربائى الجارى حمايته . وقد يتغير تيار تشغيل المرحل ضمن حدود معينة بواسطة ضابط قيم التيار ٤ . ويشار الى حدود ضبط تيار التشغيل على المقياس المدرج لقيم التيار الواقع فى الجزء العلوى للمرحل . ان عمليات اصلاح ملامسات وتجهيزات اطفاء القوس لاجهزة التلامس الخاصة بالمقلعات المغناطيسية مماثلة فى الاساس لتلك العمليات التى يقام بها عند اصلاح اجهزة تلامس من انماط اخرى . ويجب عند اصلاح المقلعات المغناطيسية ذات المرحلات الحرارية ان يوجه الانتباه الى سلامة هذه المرحلات وحالتها . وعناصر التسخين هى اكثر ما تتعطل (تحترق) فى المرحلات الحرارية . ولهذه العناصر تركيبات مختلفة وتوجد منها ستة انماط معدة لتيارات مختلفة . وتصنع عناصر النمطين الاول والثانى من اسلاك النيكروم او الفيكرال . وفى عناصر النمط الاول يلف السلك على شريحة من الميكا وتلحم بالفضة اطراف نحاسية على نهايتى السلك . واما فى عناصر النمط الثانى فيجرى لف السلك حلزونيا وتلحم اطراف من الصلب على نهايتى السلك . وتكون العناصر الحلزونية مغطاة بالكادميوم لحفظها من التأكسد . واما عناصر الانماط الاربعة الباقية فتصنع بطريقة التشكيل بالكبس .

وتستخدم عند الاصلاح عناصر تسخين من انتاج مصنعى  
وذلك لضمان العمل الثابت للمقلع المغناطيسى ، وفقط فى الحالات  
القصوى يقام بصنع عناصر جديدة فى المؤسسات ذاتها .

ويجب ان يجرى تجميع المقلع المغناطيسى بعد الاصلاح  
بحيث تستبعد اثناء عملية التشغيل امكانية انحراف عضو الجذب  
بالنسبة للقلب المغناطيسى . ويجب عند تضرر احدى هاتين  
القطعتين ان يستبدل النظام المغناطيسى او يجب القيام بضبط دقيق  
لعضو الجذب باتجاه القلب المغناطيسى وذلك بتوحيد مراكزهما ومن  
ثم بكشط وتجليخ سطحيهما .

وتزود ملامسات المقلعات المغناطيسية بمقسيات (قطع ملحومة)  
من السيراميك المعدنى التى تزيد من طول فترة خدمتها .

وعند الاستعمال المتكرر للمقلعات المغناطيسية خلال فترة  
طويلة من الزمن تهترئ قطعها الملحومة من السيراميك المعدنى .  
ويجب استبدال القطع الملحومة المهترئة باخرى مكافئة من السيراميك  
المعدنى ذى الانتاج المصنعى . ولا يسمح باستعمال قطع ملحومة  
وقطع راكبة ذاتية الصنع من معادن اخرى (كالنحاس والفضة) .

ويجرى ضبط السقوط والتماس المتزامن للامسات الاقطاب  
المختلفة بوضع وردات ضبط بين طوق تعليق الملامس وحاملة .  
ويجب بعد ضبط الملامسات تشغيل المقلع المغناطيسى لعدة مرات  
باليد وذلك للتأكد من انعدام تعرقل الحشوة البلاستيكية الناقلة لجهد  
الزنبرك الى الملامس عند تحريكها ضمن طوق التعليق وكذلك للتأكد  
من انعدام تصادم الملامسات المتحركة بالاجزاء الداخلية لغرفة  
اطفاء القوس .

ويجرى فحص واختبار المقلع المغناطيسى حسب برنامج



ومعدلات المصنع المنتج . ولا يجب ان تختلف المعطيات الناتجة  
بعد اختبارات الاصلاح للمقلع المغناطيسى عن معطيات الاختبارات  
المصنعية باكثر من  $\pm 10\%$  .

## البند ٥٢. اصلاح المصاهر الواقية

تعمل المصاهر الواقية على حماية الدوائر والوحدات الكهربائية  
من تيارات الحمل الغير مسموح بها او تيارات التقصير ، وتختص  
باليارات المقدرة للحشوة المنصهرة وللمصهر الواقى نفسه . ويدعى  
باليار المقدر للحشوة المنصهرة التيار المعد لها للعمل لمدة طويلة ،  
ويدعى بالتيار المقدر للمصهر الواقى التيار الاكبر من بين التيارات  
المقدرة للحشوات المنصهرة والمسموح باستخدامها فى هذا المصهر  
الواقى .

وعندما يناسب التيار المقدر للحشوة المنصهرة تيار الدائرة  
المحمية فان الحرارة التى تطلقها الحشوة المنصهرة المسخنة تنتقل  
الى مختلف قطع المصهر الواقى ومن خلالها الى الوسط المحيط .  
وبزيادة تيار الحمل تزداد حرارة تسخين الحشوة المنصهرة والقطع  
الاخري للمصهر الواقى .

ومن المؤشرات التى تختص بها المصاهر الواقية هى كذلك  
علاقة زمن احتراق الحشوة المنصهرة بشدة التيار المار بها ، وكذلك  
تيار الفصل الاقصى الذى هو عبارة عن اكبر تيار يجرى فصله  
بالمصهر الواقى بلا اضرار تحول دون عمله الطبيعى .

وعندما يمر خلال الحشوة المنصهرة للمصهر الواقى تيار يزيد  
عن تيارها المقدر تحترق الحشوة وتقوم بقطع الدائرة الكهربائية  
فاصلة على هذا النحو القطاع المحمى عن الجزء الباقي من الوحدة

الكهربائية . وتعتبر المصاهر الواقية ذات الحشوات المنصهرة بسيطة من حيث التصميم الا انها فى الوقت ذاته اجهزة اقتصادية وذات امان كاف لحماية الشبكات والوحدات الكهربائية ذات الفلطية الواصلة الى ١٠٠٠ فلت .

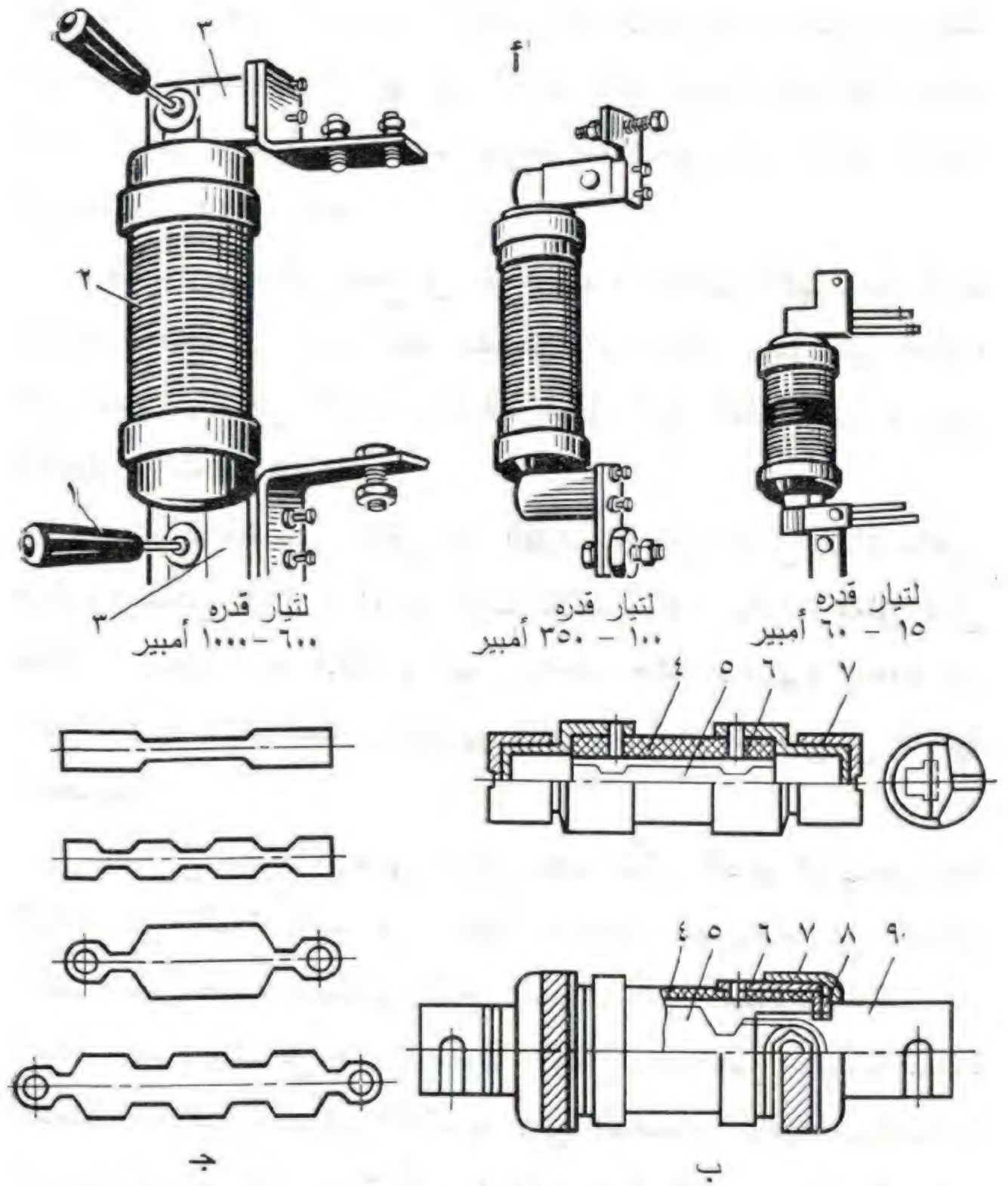
وتستخدم بشكل واسع فى الوحدات والشبكات الكهربائية ذات الفلطية الواصلة الى ١٠٠٠ فلت مصاهر واقية بظرف مغلق غير مملوء قابل للفك (الشكل ١٧٣) وبظرف مغلق قابل للفك ومملوء برمل الكوارتز (الشكل ١٧٥) .

ويتكون المصهر الواقى ذو الظرف المغلق القابل للفك والغير مملوء (الشكل ١٧٣ ، أ) من قوائم تلامسية ٣ ، وظرف مغلق قابل للفك ٢ بدون مادة مألثة ، تقع بداخله حشوة منصهرة واحدة او حشوتان (تبعاً للتيار المقدر للمصهر الواقى او لتيار التشغيل فى الدائرة المحمية) .

ولتلافى سقوط المصهر الواقى تحت تأثير القوى الكهرودينامية الناشئة فى الملامسات فى لحظة حدوث تقصيرات فى الدائرة الكهربائية المحمية بالمصهر الواقى يجرى تأمين الضغوط اللازمة فى الملامسات . وتشكل هذه الضغوط بفضل الخصائص الزنبركية لمادة القامطة الخاصة بالقوائم التلامسية (فى المصاهر الواقية المخصصة لتيارات قدرها ١٥ - ٦٠ أمبير) وللزنبرك الحلقى من الصلب او للزنبرك الشريحي (فى المصاهر الواقية المخصصة لتيارات قدرها ١٠٠ - ٣٥٠ أمبير) وللمأخذ الخاص ذى المقبض ١ المركب على القوائم التلامسى .

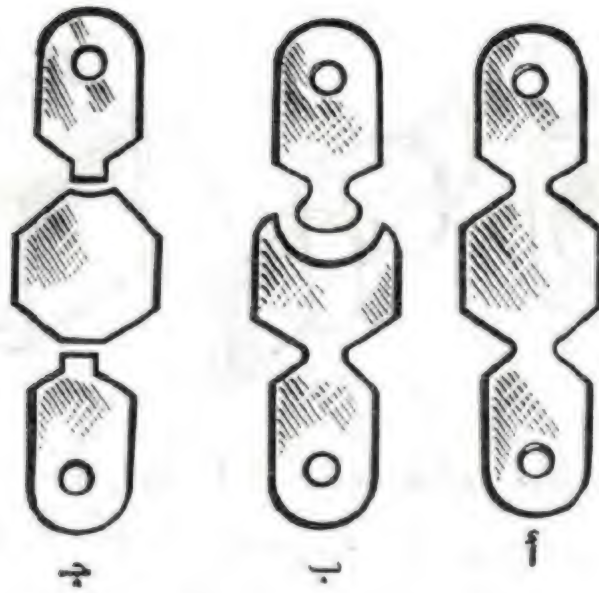
وظروف المصهر الواقى (الشكل ١٧٣ ، ب) هى عبارة عن ماسورة من الفبر ٤ بسماكة جدران ٣ - ٦ مم تقع بداخلها الحشوة





الشكل ١٧٣ . مصاهر واقية قابلة للفك وغير مملوءة تعمل على تيارات مقدرة ١٥ - ١٠٠٠ أمبير :

أ - منظر عام ، ب - ظروف المصاهر الواقية المعدة لتحمل تيارات مقدرة ١٥ - ٦٠ و ١٠٠ - ١٠٠٠ أمبير ، ج - تصاميم الحشوات المنصهرة ؛ ١ - مقبض المأخذ ، ٢ - ظرف قابل للفك ، ٣ و ٩ - قائم وسكين تلامسيان ، ٤ - ماسورة من الفبر ، ٥ - حشوة منصهرة ، ٦ و ٧ - جلبة وغطاء واق من النحاس الاصفر ، ٨ - وردة تثبيت



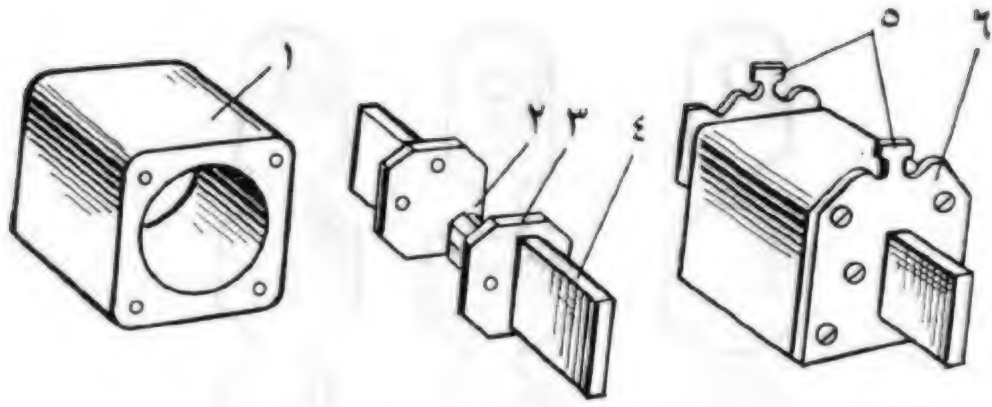
الشكل ١٧٤ . حشوات منصهرة شريحة ذات قطاعات تضيق :

أ - حشوة منصهرة سليمة ، ب و ج - حشوتان انصهرتا عند الاحمال الزائدة وعند التقصير على التناسب

المنصهرة ٥ واما الجلب ٦ المصنوعة من النحاس الاصفر ذات الشقوق لمرار الحشوة المنصهرة فتكون مثبتة بقلاووظ على نهايتي الماسورة . وتثبت على الجلب الاغطية الواقية المقلوطة ٧ المصنوعة من النحاس الاصفر والتي تعمل كاجزاء تلامسية للمصاهر الواقية المخصصة لتيارات مقدرة تصل الى ٦٠ أمبير واما الاجزاء التلامسية للمصاهر الواقية المخصصة لتيارات قدرها ١٠٠ - ١٠٠٠ أمبير فهي عبارة عن سكاكين نحاسية ٩ . ولمنع ازاحة السكاكين توجد في المصهر الواقى وردة تثبيت ٨ ذات شق للسكين .

والحشوات المنصهرة (الشكل ١٧٣ ، ج) هي عبارة عن شرائح ذات قطاع واحد او عدة قطاعات تضيق (اعناق) . وتحترق الحشوة المنصهرة (الشكل ١٧٤ ، أ) عادة عند الاحمال الزائدة في قطاع تضيق واحد (الشكل ١٧٤ ، ب) واما عند تقصيرات الدائرة فتحترق في عدة قطاعات تضيق في آن واحد (الشكل ١٧٤ ، ج) . وتصنع الحشوات المنصهرة من صفائح الزنك بطريقة الكبس .





الشكل ١٧٥ . مصهر واق قابل للفلك بظرف مملوء برمل الكوارتز :  
 ١ - ظرف خزفي ، ٢ - حشوة منصهرة ، ٣ - وردة ، ٤ - سكين تلامسية ،  
 ٥ - نتوء لنزع وتركيب الظرف في الملامسات ، ٦ - غطاء الظرف

وعند انصهار حشوة المصهر الواقى تعجل ابخرة الزنك عملية اعادة تركيب الايونات التى تتحسن بفضلها ظروف اخلاء فراغ القوس من الايونات ، الذى يساعد على الاطفاء السريع للقوس الكهربائى فى الظرف . ويسىء انعدام المادة المائلة فى الظرف الى ظروف اطفاء القوس الكهربائى الناشئ عند انقطاع الدائرة الكهربائية من قبل الحشوة المنصهرة المحترقة . وتعتبر المصاهر الواقية ذات الظرف القابل للفلك المملوء برمل الكوارتز اكثر كمالا من حيث تصميمها ومواصفاتها .

ويتكون المصهر الواقى (الشكل ١٧٥) من ظرف خزفي ١ ذى مقطع مربع من الخارج ومستدير من الداخل تقع فيه الحشوة المنصهرة ٢ الملحومة على الوردات ٣ للسكاكين التلامسية ٤ . وتثبت السكاكين التلامسية البارزة من الظرف بواسطة الشقوق الموجودة فى الاغطية ٦ المثبتة على اطراف الظرف بمسامير مقلوطة . ويكون الظرف مملوءا برمل الكوارتز الجاف . ولوقاية الرمل من الرطوبة يعزل الظرف باحكام بحشوة من الاسبست الصفيحي بسمك ٨،٠ - ١ مم ،

المركبة بين الغطاء وظرف المصهر الواقى . والحشوة المنصهرة للمصهر الواقى هى عبارة عن شريط واحد او عدة اشربة من النحاس بسمك ٠,١٥ - ٠,٣٥ مم وبعرض يصل الى ٤ مم ذات شقوق ضيقة نافذة طولها ٦ - ١٢ مم . وعند استعمال الحشوات المنصهرة المكونة من اشربة رقيقة متوازية يقل مقطع الحشوة عند التيار المقدر المعطى وبالتالي تقل كمية الابخرة المعدنية فى الظرف عند احتراق الحشوة المنصهرة . ويسهل هذا الأمر عملية اطفاء القوس الكهربائى فى الظرف وذلك لانه تنشأ عند احتراق الحشوة المنصهرة عدة اقواس متوازية فى آن واحد مما يساعد على التلاشى السريع لطاقة القوس . ولضمان الانصهار السريع لحشوة المصهر الواقى ولزيادة فعل الحماية عند الاحمال الصغيرة تلحم على اشربة الحشوة المنصهرة كريات من القصدير بقطر ٠,٥ - ٢ مم (تبعا للتيارات المقدرة للحشوات المنصهرة) . ويتيح وجود هذه الكريات باستخدام ما يدعى «بالتأثير الميتالورجى» الذى يتلخص جوهره بانه عند تسخين الحشوة تنصهر كرية القصدير ، الذى يتميز بحرارة انصهار اقل ، قبل الحشوة نفسها ويشكل اثناء تخلله فى معدن الحشوة سبيكة من معدن ذات خصائص تختلف عن المادة الاصلية (مقاومة كهربائية اكبر وحرارة انصهار اقل) . وتتسخن الحشوة المنصهرة عند تيارات الحمل الزائد فتحترق فى ذلك المكان الذى لحمت عليه كرية القصدير ، وفى هذه الحالة ستكون حرارة تسخين كل الحشوة اقل بعض الشئ من حرارة انصهار المعدن الذى صنعت منه .

وتمتاز المصاهر الواقية (الشكلين ١٧٣ و ١٧٥) بالقدرة على الحد من التيار لأن الحشوة المنصهرة تحترق فيها قبل ان يفلح تيار التقصير فى بلوغ قيمة ثابتة . وتتطلب المصاهر الواقية المراقبة



الدائمة والاصلاح فى حينه . ويتوقف على صلاحيتها العمل الطبيعى والمأمون للوحدات الكهربائية المحمية .

ويقام عند اصلاح المصاهر الواقية فى البداية بتنظيف سطوح التلامس للشفاه والظروف من الاوساخ وطبقات الاكاسيد ودقائق المعدن المصهور . وتنظف الملامسات المتأكسدة بورق الزجاج واما المحترقة والمصهورة بشدة فتنظف بمبرد رفيع ويمنع استعمال ورق السمبازج (الجلخ) لتنظيف الملامسات وذلك لانغراس ذرات السمبازج الغير موصلة للكهرباء فى سطوح الملامسات مما يتسبب فى رداءة التلامس بين الشفاه وظرف المصهر الواقى . ومن ثم يفك الظرف وتفحص بدقة حالة الاجزاء الداخلية الموصلة للتيار والحشوات المنصهرة وتزال العيوب المكتشفة وتستبدل الحشوة المنصهرة التى استعملت لمدة طويلة باخرى جديدة .

وتستبدل كذلك حشوات المصاهر الواقية للاطوار المجاورة باخرى جديدة بصرف النظر عن حالتها . ويجب ان تكون الحشوات من نمط واحد ذات انتاج مصنعى وان تتناسب بدقة مع التيار المقدر للمصهر الواقى وتيار الدائرة المحمية .

ويقام فى عدد من المؤسسات عند الحاجة الكبرى الى الحشوات المنصهرة بصنعها فى ورشات اصلاح الكهرباء الذاتية . ويجب فى هذه الحالة ان تكون المواد التى تصنع منها عناصر الحشوات المنصهرة معيرة بدقة وان يختبر اختياريا ما لا يقل عن ١٠٪ من الحشوات الجاهزة على تحمل التيارين الادنى والاقصى . ويعتبر كتيار أدنى ذلك التيار الذى لا تحترق عنده الحشوة المنصهرة فى فترة تقل عن ساعة واحدة . وهذا التيار يعادل عادة ١,٣ - ١,٥ من التيار المقدر للحشوة اى ان :

$$I_{\min} = (1,3 \div 1,5) I_{\text{nom}}$$

ويعتبر كتيار اقصى ذلك التيار الذى يجب عنده ان تحترق الحشوة المنصهرة فى فترة تقل عن ساعة واحدة . وهذا التيار يعادل عادة ١,٦ - ٢,١ من التيار المقدر للحشوة اى ان :

$$I_{\max} = (1,6 \div 2,1) I_{\text{nom}}$$

ويجب على حشوات المصاهر الواقية الجارى تجهيزها ان تلبى بوجودتها وبمواصفاتها وبتياراتها المقدرة المتطلبات المقدمة لها . ولا يسمح باستخدام حشوات مصنوعة يدويا وباساليب بدائية وذلك لانها تقوم فى احسن الحالات بحماية الوحدة الكهربائية من تيارات التقصير فقط . ولتشبيت الحشوة المنصهرة من الزنك يجب استعمال وردة من الصلب بقطر مكبر ووردة زنبركية بشكل الزامى . وعند انعدام هاتين الوردتين ينعصر الزنك من اسفل البرغى التلامسى ويرتخى الملامس . ولا يجوز تركيب حشوة من النحاس فى ظرف المصهر الواقى (الشكل ١٧٣) بدون الصاهر القصديرى وذلك لان الظرف من الفبر يتحطم بسرعة عند حرارة الانصهار العالية للحشوة النحاسية .

وعند معاينة ظرف المصهر الواقى (الشكل ١٧٣) يجب ان يعار الانتباه الى سلامة الظرف والى انعدام الشقوق فيه وكذلك الى مدى اهتراء جدرانه الذى يحدد بمقارنة السمك الفعلى لجدران الظرف الجارى اصلاحه مع سمك جدران الظرف الجديد المطابق له من حيث التصميم والتيار المقدر . وتؤخذ القياسات بمقياس الاقطار الداخلية .

عند الاحتراق المتكرر للحشوة المنصهرة تحترق جدران الظرف بشدة نتيجة لتأثير حرارة القوس العالية عليها . وعند احتراق جدران



الظرف لاكثر من ٥٠٪ من سمكها الاصلى يلزم استبدال الظرف  
وخلافا لذلك قد يتحطم الظرف نتيجة للارتفاع المفاجىء للضغط  
فيه عند الاحتراق اللاحق للحشوة المنصهرة . وقد يصبح تحطم  
الظرف سببا لاصابة بالغة وقد يسبب عطلا عند انتقال القوس الى  
الاجزاء المجاورة الموصلة للتيار . وتسوء كذلك ظروف اطفاء  
القوس فى الظرف المحترق بشدة . وعند تأثير حرارة القوس العالية  
على جدران الظرف من الفبر يقوم الفبر الذى هو عبارة عن مادة  
مولدة للغازات بالتحلل واما الغازات الناشئة فتشكل فى الظرف ضغطا  
يعادل عدة ضغوط جووية حيث يساعد هذا على الخمد السريع  
للقوس . واذا تفحمت الجدران الداخلية للظرف المصنوع من الفبر او  
من المواد الاخرى المماثلة له والمولدة للغازات ، فان عملية تحلل  
الفبر والعمليات الاخرى المرافقة (الاخلاء من الايونات) تكاد لا تجرى  
فيه ، ونتيجة لذلك يكون مفعول القوس الكهربائى مستمرا لمدة اطول .  
ولذا يجب عند اصلاح الظرف المصنوع من الفبر ان تكون الجدران  
الداخلية المحترقة منظمة بدقة من الفبر المحترق ومغسولة وممسوحة حتى  
الجفاف بقطع قماش نظيفة جافة ومغطاة بطبقتين من الورنيش  
الباكليتي او بطبقة واحدة من الصمغ وان تكون مجففة فيما بعد .  
ويجرى بعد اصلاح وتنظيف القطع الداخلية الموصلة للتيار ملء  
فراغ الظرف للمصهر الواقى (الشكل ١٧٥) برمل الكوارتز النظيف  
الجاف الذى يحتوى على الكوارتز بنسبة لا تقل عن ٩٨٪ وبحبيبات  
ذات قياس ٠,٥ — ٠,٨ مم . ويجب ان يكون الرمل معالجا بمحلول  
٢٪ من حامض الكلوريك ومن ثم مغسولا ومحمصا عند حرارة ١٥٠ —  
١٨٠° م . ولا يوصى باستعمال رمل الكوارتز بحبيبات ذات قياس  
اصغر من ٠,٥ مم او اكبر من ٠,٨ مم وذلك لانه تحت تأثير

الحرارة العالية للقوس سوف يتزجج الرمل فى الحالة الاولى وتسوء ظروف اخماد القوس فى الحالة الثانية بسبب الهواء الكائن بين حبيبات الكوارتز .

وللتأكد من وجود الدائرة الكهربائية بين الحشوة المنصهرة والاجزاء التلامسية يجرى فحص الظرف المرمم بواسطة لمبة اختبار ومن ثم يركب فى شفاه المصهر الواقى .

ويعار الانتباه عند تركيب الظرف الى تكوين تلامس جيد بين الشفاه والظرف . ويجب على الظرف الدخول فى شفاه الملامس باحكام وبدون انحرافات ومع بعض الجهد . ويجب على السكين ان تلتصق فى الملامسات السكينية مع السطوح المناسبة للشفاه باحكام . ويجرى فحص احكام التلامس بواسطة مقياس تحسس بقياس ٠,٠٥ مم الذى لا يجب ان يدخل فى الفراغ الكائن بين السكين والشفة لمسافة تزيد عن ثلث سطح التلامس (بمقدار ٥ - ٨ مم) . واذا تغلغل مقياس التحسس لعمق اكبر فمن اللازم احكام التلامس باستبدال الزنبركات الحلقية او بشد الملامسات .

ويركب الظرف المرمم فى الشفاه التلامسية للمصهر الواقى والفلطية مفصولة . واذا كان فصل الفلطية من غير الجائز يجرى تركيب الظرف باستعمال نظارات واقية وقفازات وملاقط او مقابض نزع عازلة للكهرباء بعد التأكد مسبقا من ان الحمل مزال وليس هناك تقصير فى الدائرة الكهربائية هذه .

### البند ٥٣ . اصلاح مغيرات المقاومة

يدعى الجهاز المكون من مقاومة غير تأثيرية (أومية) وجهاز تحويل يمكن بواسطته ضبط هذه المقاومة بمغير المقاومة .

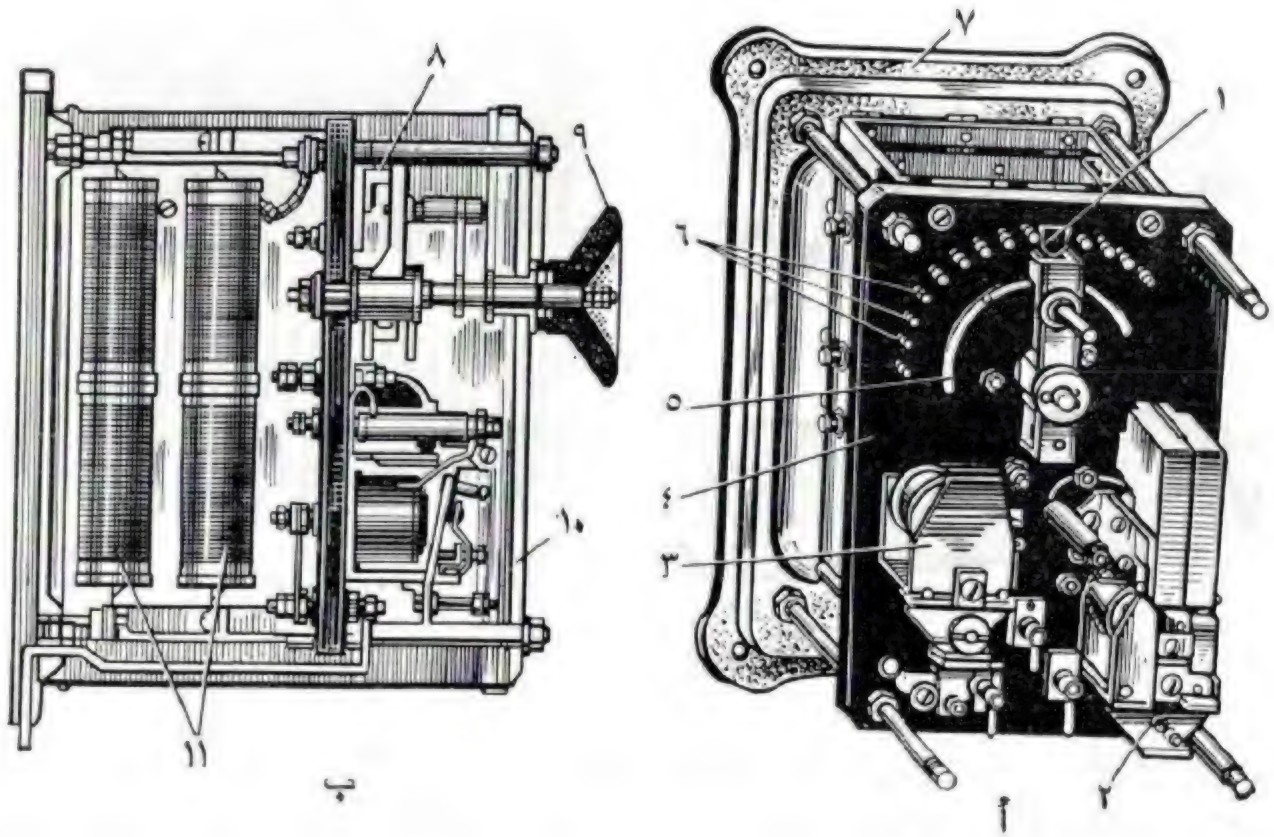


وتبعاً للغرض يجرى التمييز بين مغيرات المقاومة لبدء التشغيل (لتشغيل المحركات الكهربائية) وأخرى للضبط وبدء التشغيل (لتشغيل المحركات الكهربائية وضبط سرعة دورانها) ، وثالثة للآثار (لضبط فلتية المولدات الكهربائية) . ويتحدد تصميم مغيرات المقاومة بنوع المادة التي تصنع منها عناصرها الموصلة للكهرباء . وتوجد مغيرات مقاومة معدنية وسائلية وفحمية .

وتتحول الطاقة الكهربائية في مغير المقاومة إلى حرارة تزال عن المقاومات بواسطة تبريدها . وحسب طريقة تبريد المقاومات قد تكون مغيرات المقاومة ذات تبريد هوائي أو تبريد زيتي أو تبريد مائي . وغالباً ما تستخدم في الوحدات الكهربائية للمؤسسات الصناعية مغيرات مقاومة ذات مقاومات معدنية بتبريد هوائي أو زيتي مما يفسر ببساطة تصميمها وبإمكانية استخدامها في مختلف ظروف العمل وكذلك بالمتانة التشغيلية الكبرى .

وتصنع الأغلبية الساحقة من مغيرات المقاومة المعدنية لبدء التشغيل ولبدء التشغيل مع الضبط ذات الأغراض الصناعية العامة مع توصيل ذي مراحل للمقاومات .

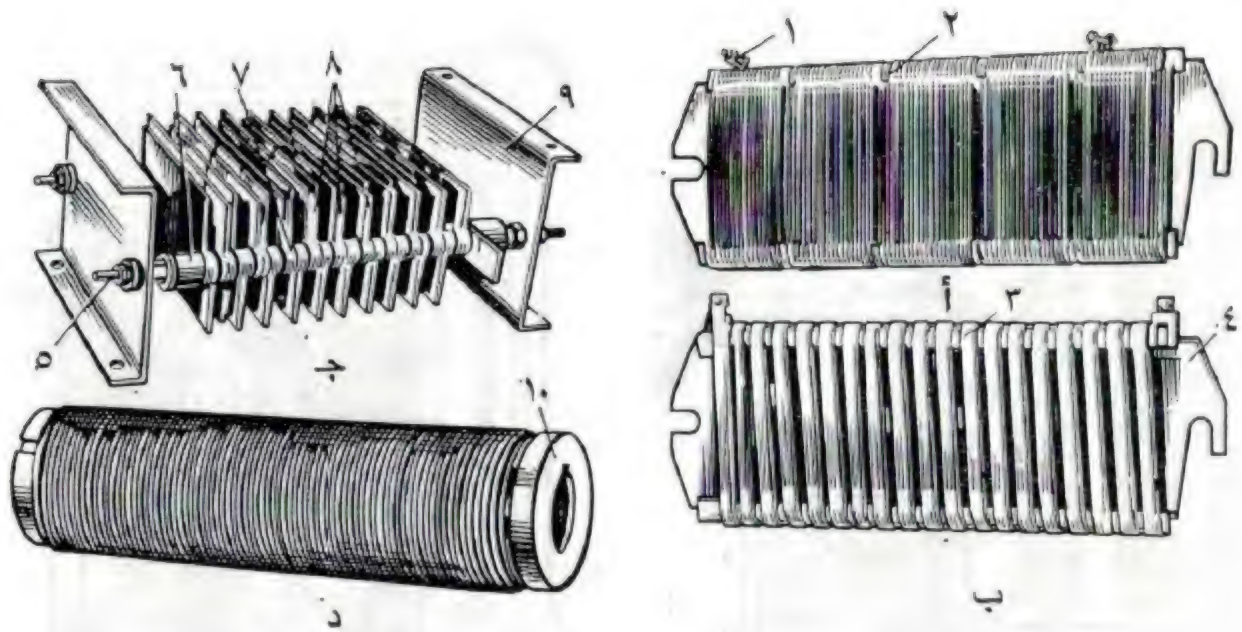
وترى في الشكل ١٧٦ ، أ وب تركيبة مغير المقاومة المعدني لبدء التشغيل الذي يعمل بالتيار المستمر . وتصنع مقاومات مغيرات المقاومة من المعادن التي تتمتع بمقاومة نوعية كهربائية كبيرة وبصمود ضد الحرارة وبمتانة ميكانيكية وبمقاومة ضد الصدأ . وينتمي إلى هذه المعادن الفيكرال والنيكروم ذوا المقاومة النوعية ١,١٨ و ١,١٣ أوم . مم<sup>٢</sup>/م واقصى حرارة تسخين مسموحة بها ٨٥٠ و ١٠٠٠°م على التوالي . ويتمتع الحديد الزهر بمقاومة نوعية كهربائية أقل



الشكل ١٧٦ . مغير مقاومة لبدء التشغيل يعمل بتيار مستمر :  
 أ - منظر أمامي ، ب - منظر جانبي ؛ ١ - ملامس متحرك ، ٢ - جهاز تلامس  
 خطي ، ٣ - مرحل قصوى ، ٤ - لوحة ، ٥ - قضيب التلامس ، ٦ - الملامسات  
 الثابتة لمراحل المقاومات ، ٧ - قاعدة مغير المقاومة ، ٨ - حامل ، ٩ - حذافة  
 وسيلة الادارة ، ١٠ - غطاء ، ١١ - عناصر المقاومة (المقاومات)

(٨، أوم . مم<sup>٢</sup>/م) وحرارة تسخين مسموحة بها اقل (٤٠٠°م) .  
 وتستخدم المقاومات من الحديد الزهر بشكل واسع في مغيرات  
 المقاومة مختلفة الاهداف لبساطة صنعها . (بواسطة الصب)  
 ولسعرها المنخفض نسبيا . وغالبا ما تكون مقاومات مغيرات  
 المقاومة لبدء التشغيل ولبدء التشغيل والضبط عبارة عن طقم  
 عناصر على شكل اطر ملفوفة باسلاك (الشكل ١٧٧ ، أ و ب) او  
 بشرائط ، ونادرا من الحديد الزهر المصبوب (الشكل ١٧٧ ، ج) .  
 وتستخدم في عدد من مغيرات المقاومة عناصر هيكلية ملفوفة





الشكل ١٧٧ . مقاومات مغيرات المقاومة

أ - مقاوم اطاري من سلك ، ب - مقاوم اطاري من شريط ، ج - مقاوم مصبوب من الحديد الزهر ، د - مقاوم هيكلي ؛ ١ - طرف خارج ، ٢ - سلك ، ٣ - شريط ، ٤ - اطار ، ٥ - قضيب معزول ، ٦ - عازل رزمة العناصر ، ٧ - وردة عازلة ما بين العناصر ، ٨ - عناصر من الحديد الزهر ، ٩ - قائم ارتكاز ، ١٠ - هيكل انبوبي من الخزف

عليها لوالب سلكية (الشكل ١٧٧ ، د) . وغالبا ما تتضرر المقاومات المعدنية لمغيرات المقاومة .

ويدخل في عداد الاعمال الرئيسية لاصلاح مغيرات المقاومة فك واصلاح او استبدال المقاومات واجزاء التلامس والقطع العازلة وآلية التحكم المتضررة ، وكذلك تجميع مخطط التوصيلات وتجميع وضبط مغير المقاومة المرمم . وتفك مغيرات المقاومة بشكل لا يلحق الضرر بالمقاومات التي ما زالت صالحة وبالقطع العازلة وباجهزة التلامس الصالحة للاستخدام ثانية . ومن ثم تعين جميع القطع لمغير المقاومة بدقة وتصنف الى صالحة (تصلح لاستخدامها ثانية بدون اصلاح) والى متضررة جزئيا (تصلح لاستخدامها ثانية

بعد الاصلاح) والى غير صالحة (غير قابلة للاصلاح) . ومن الضروري عند فك القطع الصغيرة (الصواميل والوردات والمسامير المقلوطة) جمعها فى علبة مستقلة او ربطها مع بعض وحفظها .

وعند معاينة واصلاح مغيرات المقاومة يقام بازالة الغبار والاوزاخ عن جميع القطع الداخلية للجهاز وبفحص حالة مسامير الشد المقلوطة والملاسمات والتوصيلات التلامسية . وتشد صواميل التثبيت المرتخية وتنظف السطوح التلامسية المتأكسدة بالمبرد ويعاد انجاز التوصيلات المختلفة كما ويضبط ضغط الملامس المتحرك على الملامس الثابت على مختلف قطاعات شوط التلامس (يجب ان تكون قيمة ضغط الملاسمات فى حدود ١٠ - ٢٥ نيوتن/سم<sup>٢</sup> تبعا لابعاد مغير المقاومة) . ومن ثم تفحص سلامة وصلاحية لفات المقاومات السلكية او الشريطية وانعدام تلامس لفاتها مع بضعها البعض او مع المقاومات المجاورة وكذلك تلامس التوصيلات السلكية ما بين المقاومات . ويجرى اصلاح المقاومات المتضررة او استبدالها . ويلزم عند استبدال المقاوم المحترق وضع مقاوم مماثل تماما مكانه . واما اطواق الشد على المقاوم المركب من جديد فيجب ان تقع تماما كما كانت على المقاوم المستبدل . ومن الضرورى الحفاظ على توزيع المقاومات حسب المراحل . ولا يجب ان يزيد انحراف المقاومة على اى جهاز تلامس لمغير المقاومة عن المدلول الحسابى او عن معطيات الكتالوج باكثر من  $\pm 10\%$  .

وعند تضرر المقاوم السلكى او الشريطى على قطاع صغير للعنصر الاطارى يقام بلف العدد اللازم من اللفات السلكية او الشريطية ذات الماركة والمقطع المناسبين على هذا القطاع المتضرر ومن ثم توصل بجزء المقاوم المتبقى على الاطار بواسطة اللحام



بالقوس الكهربائي . ويجرى اللحام بملاقط اللحام الكهربائي ويقام لهذا الغرض بتوصيل الاطراف الجارى لحامها بوصلة متراكبة لمسافة لا تقل عن ١ سم ومن ثم تثبت برباط يتكون من ٨ - ١٠ لفات من سلك نحاسى ذى قطر يعادل ٠,٣ - ٠,٥ مم ومن ثم تدخل الوصلة فى الفراغ القوسى بين الالكترودين الفحميين للملاقط ويبقى عليها هناك طوال الفترة اللازمة لاتحاد قطاع التوصيل كليا بالانصهار . واما المقاومات المتضررة لمغيرات المقاومة المصنوعة من الحديد الزهر فلا تلحم بل تستبدل باخرى جديدة .

ويقام عند اصلاح مغيرات المقاومة من جميع الانماط بتوجيه عناية خاصة الى حالة ملامساتها : تغسل الملامسات المسخمة وتمسح بقطع قماش نظيفة واما المشيطة خفيفا فتتنظف بمبرد بحيث تزال اقل كمية من معدن الملامسات ويحافظ على اشكالها الهندسية الاولى لاقصى حد واما المنصهرة بشدة فتستبدل باخرى جديدة .

وتستبدل القطع العازلة للكهرباء المتضررة (العوازل والجلب والوردات والحشوات) باخرى جديدة مماثلة . ويسمح باستبدال القطع والمقاومات المتضررة لمغير المقاومة بقطع مصنوعة من مواد اخرى لا تقل عن المستبدلة او تفوق عليها بخواصها العازلة للكهرباء ومقاومتها للحرارة ومتانتها الميكانيكية وصفاتها التشغيلية الاخرى .

وعند التوصيل والفصل المتكرر بواسطة مغير المقاومة ينخفض ضغط ملامساته مما يؤدى الى تشيطنها وتعطلها السريع . ويقام لازالة هذا العطل بفك برغى ايقاف الحلقة الضاغطة لمغير المقاومة وبعد ضم الملامس المتحرك الى الملامس الثابت ببعض من الجهد تثبت الحلقة الضاغطة بالبرغى من جديد .

ويجرى توصيل المقاومات على حدة او على شكل مجموعات

باستعمال المخطط الذى كان قائما قبل اصلاح مغير المقاومة او  
المأخوذ من كتالوجه .

وفى الاجهزة المحولة لمغيرات المقاومة ، حيث تتصل حلقة  
التلامس المغلقة بالملامسات الاخرى بواسطة فرشاة من الطراز  
القنطرى يقام بفحص وضبط ضغط الفرشاة على ملامسات جميع  
المراحل . ويتشكل ضغط الفرشاة على الملامسات بواسطة الزنبرك  
الواقع فوق الفرشاة ، ويجرى ضبطه بمسمار مقلوظ (يزداد الضغط  
بتدوير المسمار الى اليمين ويقل بتدويره الى اليسار) .

ويقام بعد انجاز جميع عمليات الاصلاح بفحص استمرار  
الدائرة الكهربائية لملفات عناصر المقاومة ، وصحة توصيلات  
المخطط ، وممتانة عازل الوصلات ما بين المقاومات وسلسلة شوط  
الفرشاة الملامسة وصحة مواقع المصدات التى تحدد مجال حركتها .  
ويعرض مغير المقاومة المرمم عند الضرورة للاختبار : اذ لا يجب  
ان يتجاوز تيار مغير المقاومة القيم الواردة فى كتالوجه ، واما  
التسخين الزائد للمقاومات فلا يجب ان يتعدى  $250^{\circ}\text{C}$  عند التحميل  
بالتيار المسموح لمدة ساعتين . وتغطى ملامسات مغيرات المقاومة  
المرممة ذات التبريد الهوائى بطبقة رقيقة من الفازيلين الصناعى  
لتلافى تأكسدها اثناء الحفظ . ويركب مغير المقاومة المرمم كليا  
فى الغلاف المعدنى ويثبت بممتانة .

ويتم اصلاح المقاومات واللامسات والجهاز المحول لمغيرات  
المقاومة المملوءة بالزيت بالمثل كما هو الحال عند اصلاح مغيرات  
المقاومة ذات التبريد الهوائى . ويقام بعد اصلاح مغير المقاومة  
المملوء بالزيت (ذى التبريد الزيتى) بتنظيف الخزان من الاوساخ



وغسله ومن ثم ملئه بزيت محولات جاف نظيف وبعد ذلك يجرى ادخال مغير المقاومة فى الخزان وتثبيتته فيه .

### اسئلة للمراجعة

- ١ - عدد الاعطال المميزة للاجهزة الكهربائية واذكر اسباب حدوثها .
- ٢ - ما هى تركيبية اجهزة التلامس وما هى طرق ضبط ملامساتها التى تعرفها ؟
- ٣ - حدث عن طرق اصلاح الوحدات التجميعية الاساسية لجهاز الفصل الاوتوماتى .
- ٤ - كيف تتم اعادة شحن المصاهر الواقية ذات الظروف المملوءة برمل الكوارتز ؟
- ٥ - فيم ينحصر اصلاح مغيرات المقاومة ؟

## تصنيف وطرق اختبارات المحولات والمكنات الكهربائية

### البند ٥٤ . معلومات عامة

تعتبر الاختبارات وسيلة أساسية لظهور العيوب في المعدة الكهربائية ولفحص نوعية إصلاحه .

ومع العلم بان الميكانيكى الكهربائى لا يقوم مباشرة باجراء الاختبارات الا انه يجب ان تكون لديه فكرة عن اهداف ومسائل بعض انواع الاختبارات وكذلك عن طرق انجازها وعن الصفات المعيارية . وترد في هذا الباب معلومات عن اختبارات المكنات الكهربائية والمحولات في ذلك الحجم الذى يجب على الميكانيكى الكهربائى ان يعرفه عنها .

وقبل المباشرة باصلاح المعدات الكهربائية المتضررة تجرى اختبارات رقابية لتحديد حجم وطابع الاصلاح المائل وكذلك للحصول على المعطيات الاولى التى تقارن معها نتائج الاختبارات ما بعد الاصلاح .

ويقام باختبار المعدات الكهربائية بعد الاصلاح طبقا لـ «قواعد اختبار المعدات الكهربائية» . وتوجد الانواع التالية لاختبار المعدات الكهربائية :

— اختبارات استلام وتسليم (للمعدات الكهربائية التى يجرى



ادخالها حيز التشغيل من جديد والتي اجتازت اصلاحا ترميميا او  
اعادة بناء) ؛

— اختبارات عند الاصلاح الشامل ؛

— اختبارات عند الاصلاح الجارى ؛

— اختبارات ما بين الاصلاحات .

وتستعمل فى القواعد العبارات والمفاهيم التالية :

فلطية اختبارية بتردد قدره ٥٠ هيرتز — هى القيمة الفعالة  
لفلطية التيار المتردد والتي يجب ان يتحملها عازل المعدات الكهربائية  
خلال فترة معينة تحت ظروف الاختبار المحددة ؛

فلطية اختبارية مقومة — هى القيمة السعوية للفلطية الموصلة  
الى المعدات الكهربائية خلال فترة معينة تحت ظروف الاختبار  
المحددة ؛

معدات كهربائية ذات عازل طبيعى — هى المعدات المخصصة  
للوحدات الكهربائية المعرضة لتأثير فرط الفلطيات الجوية عند  
الاجراءات العادية للوقاية من الرعود ؛

معدات كهربائية ذات عازل خفيف — هى المعدات المخصصة  
للوحدات الكهربائية الغير معرضة لتأثير فرط الفلطيات الجوية او  
بوجود اجراءات خاصة للوقاية من الرعود ؛

القيمة التى تقاس ولا تجعل وفقا للقاعدة — هى القيمة التى لا  
ينظم المدلول المطلق لها بالقواعد. ويجرى تقييم حالة المعدات  
الكهربائية فى هذه الحالة بمقارنة المدلول المقاس مع معطيات  
القياسات السابقة او القياسات المماثلة عن المعدات الكهربائية من  
نفس النمط ذات المواصفات الجيدة بالتاكيد ، ومع نتائج  
الاختبارات الاخرى وماشابهها .

ومن الضروري اجراء الاختبارات الكهربائية لعازل المعدات الكهربائية عند حرارتها التي لا تقل عن  $5^{\circ}\text{C}$  . وعند اختبار عازل ملفات المكنات الدوارة والمحولات بفلطية زائدة موصولة ذات تردد صناعي قدره ٥٠ هيرتز يجب ان تختبر كل دائرة كهربائية مستقلة بالتناوب وفي هذه الحالة يجرى توصيل قطب واحد من جهاز الاختبار بالطرف الخارج للملف الجارى اختباره ، واما القطب الآخر فيوصل بالهيكل المؤرض للمعدات الكهربائية الجارى اختبارها الذى توصل به اثناء الاختبارات لهذا الملف كهربائيا جميع الملفات الاخرى .

واما الملفات الموصولة ببعضها باحكام والتي لا يخرج منها كلا الطرفين لكل طور أو فرع فيجب ان تختبر بالنسبة للهيكل بدون فصلها عن بعضها البعض .

وعند القيام باختبارات المعدات الكهربائية بفلطية زائدة ذات تردد قدره ٥٠ هيرتز يوصى بتوصيل الفلطية الخطية للشبكة الى وحدة الاختبار . ويوصى قبل وبعد اختبار العازل بالفلطية الزائدة باخذ قياس مقاومة العازل بالميجا أومتر .

وقد تكون سرعة رفع الفلطية اختيارية الى حد ثلث القيمة الاختبارية . وفيما بعد يجب ان ترتفع الفلطية الاختبارية بسلسلة وبسرعة تسمح باخذ القراءات على اجهزة القياس بالنظر ، وعند الوصول الى القيمة المقررة يجب الابقاء عليها ثابتة خلال الاختبار كله . وبعد التعويق المطلوب تخفض الفلطية بسلسلة الى قيمة لا تزيد عن ثلث القيمة الاختبارية ومن ثم تفصل .

وتجرى اثناء عملية اصلاح المعدات الكهربائية عدة اختبارات يكون الهدف منها فحص نوعية عمليات الاصلاح المنجزة . فمثلا



يقام بعد لف ملف العضو الساكن او العضو الدوار للمكنة الكهربائية بفحص انعدام الانقطاعات والتقصيرات ما بين القتل فيه . وتفحص كذلك بواسطة الاختبار نوعية توصيلات الاسلاك باللحام القصديري او الكهربائي .

ويجرى اختبار المحولات والمكونات الكهربائية المرممة حسب برنامج محدد يدخل فيه اظهار العيوب في المعدات الكهربائية المرممة وفحص مواصفاتها ان كانت تطابق المعايير أو الشروط الفنية .

### البند ٥٥ . اختبارات المحولات

تجتاز جميع المحولات المرممة اختبارات تسمح بالتيقن من نوعية الاصلاح المنجز ومن انعدام العيوب المعيقة لتشغيلها الطبيعي ومن مطابقة مواصفاتها لمعطيات الكتلوج وكذلك للشروط والقواعد السارى مفعولها .

وبانتهاء اصلاح المحول تجرى الاختبارات الرقابية التالية (وتدعى ايضا بالاختبارات النهائية او باختبارات الخروج) :

— اختبار زيت المحول ؛

— تحديد معامل التحويل ومجموعة التوصيلات ؛

— قياس مقاومة الملفات للتيار المستمر ؛

— قياس تيارات الفقدان للتشغيل البطيء وتقصير الدائرة ؛

— قياس مقاومة عازل الملفات ؛

— اختبار المتانة الكهربائية للعازل الرئيسى بفلطية زائدة ذات

تردد صناعى ؛

— اختبار المتانة الكهربائية لعازل الملفات بفلطية تأثيرية .

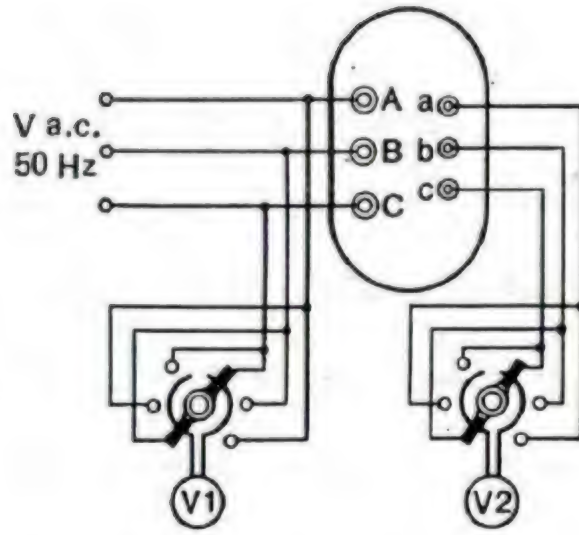
اختبار زيت المحول . يجرى اختبار الزيت على المتانة الكهربائية — الخرق وفقدان العزل الكهربائي .

ويجرى اختبار زيت المحول على الخرق في جهاز خرق الزيت . تؤخذ في وعاء زجاجي نظيف جاف بحجم لا يقل عن ٥,٥ لتر عينة من الزيت من الصنبور السفلى او من صنبور خاص لهذا الغرض في خزان المحول . ومن ثم يصب الزيت في جهاز تفريغ معيارى لجهاز خرق الزيت ، والذي هو عبارة عن وعاء خزفي خاص مركب فيه الكترودان مسطحان وقضبان موصلة للتيار من النحاس الاصفر . وتوصل بها فلطية عالية من محول ضبط مركب في الجهاز لرفع الفلطية .

ولازالة فقائيع الهواء من الزيت يترك قبل الخرق في جهاز التفريغ لمدة ٢٠ دقيقة . ومن ثم ترفع الفلطية بسلاسة على الالكترودين الى ان يحصل الخرق ويراقب في الوقت نفسه مؤشر جهاز الكيلوفلطمتر الذى يدل على الفلطية التى يحدث عندها الخرق . وتجرى ستة خروق فقط بفواصل زمنى قدره ١٠ دقائق بين الواحد والآخر . ولا يحسب الخرق الاول . ويؤخذ المتوسط الحسابى لفلطية الخروق الخمسة الاخرى كفلطية الخرق التى يجب ان تكون : ٢٥ كيلوفلطمتر — عند فلطية المحول البالغة ١٥ كيلوفلطمتر مشمولة و ٣٠ كيلوفلطمتر — عند فلطية المحول الاكثر من ١٥ والاقل من ٣٥ كيلوفلطمتر .

ويقام عند الاصلاحات بانجاز تحليل كيماوى مختصر يدخل في حجمه : تحديد العدد الحمضى للزيت وحرارة اشتعال الابخرة ، وتفاعل سحب الماء ، ووجود عوالق الفحم والخلائط الميكانيكية . وتفحص في الوقت ذاته شفافية الزيت .





الشكل ١٧٨ . مخطط قياس معامل التحويل بواسطة جهازى فلطمتر مع مبدلين

تحديد معامل التحويل ومجموعة التوصيل . يفحص معامل التحويل حسب المخطط الظاهر فى الشكل ١٧٨ وذلك للتأكد من صحة عدد الملفات وتجميع مخطط توصيل الملفات وتوصيل الاطراف الخارجة الضابطة بالمبدل .

ويجرى الفحص بتوصيل فلطية (لا تقل عن ٢٪ من المقدرة) الى جميع اطوار المحول ثلاثى الاطوار والى جميع مراحل الفلطية فى آن واحد ؛ ولا يجب ان يزيد الانحراف فى الاطوار عن ٢٪ . وعند فحص مجموعة التوصيل تتحدد صحة توصيل الملفات وتطابقها مع المجموعة المتفق عليها .

قياس مقاومة الملفات للتيار المستمر . يقام فى الممارسة العملية للاصلاح بقياس مقاومة الملفات للتيار المستمر فى جميع المحولات المرممة ، مما يسمح باظهار العيوب ، المرتكبة اثناء الاصلاح وهى : انقطاع الاسلاك المتوازية للملفات ، والنوعية الرديئة للتوصيلات باللحام القصديرى والتلامس الردىء فى مكان توصيل الطرف الخارج الضابط مع المبدل وغيرها . ان العيوب المذكورة تزيد من المقاومة

الكهربائية للملفات بسبب ازدياد المقاومة الانتقالية في قطاعات العيوب . ولا يجب ان تختلف المقاومات المقاسة على جميع الاقطاب والمراحل عن بعضها البعض باكثر من ٢٪ .

قياس تيارات الفقدان للتشغيل البطيء وتقشير الدائرة . يجرى قياس تيار التشغيل البطيء والفقدان لظهار تلك العيوب في النظام المغناطيسي للمحول ، التي تزيد من تيار التشغيل البطيء وتسبب في فقدان اضافي ، يخفض من معامل الكفاية للمحول ، ويؤدي في بعض الحالات الى تسخينات غير مسموحة بها .

ويقام بقياس (بتجربة) التشغيل البطيء هكذا : توصل الى ملف الفلطة المنخفضة فلطة متماثلة بتردد قدره ٥٠ هيرتز عند الملف المفصول للفلطة العالية وترفع بسلاسة من الصفر وحتى القيمة المقدرة . وفي هذه الحالة تقاس بالواط متر القدرة التي يستهلكها المحول ، والتيارات الخطية تقاس بالامبير متر . ويمكن اجراء تجربة التشغيل البطيء عند فلطة منخفضة مع اعادة الحساب اللاحقة للقدرة والتيار المقاسين على فلطيات مقدرة .

ان الاخطاء المرتكبة عند اصلاح المحولات مع تبديل الملفات مثل الوضع الانتقالي الخاطيء للاسلاك وقطع او شق احد الاسلاك المتوازية ، والتلامس الرديء ، واستعمال اسلاك بمقاطع مصغرة ، تزيد من المقاومة الاومية للملفات وتسبب في فقدان اضافي فيها عند تحميل المحول . وتكتشف العيوب المذكورة بواسطة تجربة تقشير الدائرة ، بمقارنة الفقدان الفعلي في الملفات مع الفقدان الحسابي .

وعند القيام بتجربة تقشير الدائرة تغلق اطراف الادخال لجهة



الفلطية المنخفضة للمحول بواسطة قطعة قضيب بتقصيره ، واما اطراف الادخال للفلطية العالية فتوصل اليها فلطية ، يجرى عندها تحديد التيار المقدر فى الملفات ، اى فلطية تقصير الدائرة . ويعاد حساب الفلطيّات المقاسة لتقصير الدائرة والفقدان على التيار المقدر .

وترد قيم فقدان الحمل فى الجداول الاستعلامية مقاسة الى حرارة الملفات البالغة  $75^{\circ}\text{C}$  . ولذا فانه يقام عند الاختبار بقياس حرارة الملفات ومن ثم تجرى اعادة الحساب المناسبة . وتقران قيم فقدان تقصير الدائرة الحاصلة عند القياس مع القيم الحسابية . فاذا كانت اكبر من القيم الحسابية فهذا يعنى وجود عطل فى المحول .

ويجرى اثناء الاختبارات الرقابية للمحول اختبار الغلق المحكم على المحول المجمع بهدف تحديد العزل المحكم لخزانه . ويقام فى المحولات ذات الضبط للفلطية تحت الحمل باختبار جهاز المبدل (بما فى ذلك وسيلة الادارة وخزانه التحكم) ، وكذلك بفحص بلوك التحكم الاوتوماتى فى وسيلة الادارة .

قياس مقاومة عازل الملفات . تقاس مقاومة العازل بالميجاومتر بين ملف الفلطية العالية والخزان عند ملف الفلطية المنخفضة المؤرض ، وبين ملف الفلطية المنخفضة والخزان عند ملف الفلطية العالية المؤرض ، وبين ملفى الفلطيتين العالية والمنخفضة الموصولين ببعضهما وبالخزان . وتعتبر مقاومة عازل ملفات المحول حتى ٣٥ كيلوفلظ مرضية اذا قيست عند حرارة  $20^{\circ}\text{C}$  ولم تقل عن ٣٠٠ ميجاأوم للمحولات ذات القدرة البالغة ٦٣٠٠ كيلوفلظ أمبير مشحولة و ٦٠٠ ميجاأوم للمحولات ذات القدرة ١٠٠٠٠ كيلوفلظ أمبير واكثر .

اختبار المتانة الكهربائية للعازل الرئيسي بفلطية زائدة ذات تردد

صناعي . تفحص بالفلطية الزائدة المتانة الكهربائية للعازل بين الملفات ذات الفلطيات المختلفة ولعازل كل منها بالنسبة لاجزاء المحول المؤرضة . وغالبا ما تدعى هذه الاختبارات باختبار العازل الرئيسي للمحول .

ويتلخص الاختبار في انه يجري توصيل فلطية من مصدر خارجي للتيار المتردد خلال محول خاص الى ملف المحول الجارى اختباره ، وفي هذه الحالة يقام بتوصيل سلك واحد من محول الاختبار الى الاطراف الداخلة الموصولة ببعضها للملف الجارى اختباره واما السلك الآخر فيوصل بالخزان المؤرض . واما الاطراف الداخلة للملف الثانى للمحول الجارى اختباره فتوصل ببعضها وتؤرض مع الهيكل . وترفع الفلطية بسلسلة من الصفر وحتى القيمة الاختبارية بواسطة محول ضبط موصول بمصدر للتيار المتردد بتردد قيمته ٥٠ هيرتز . فاذا لم يدل الأمبيرمتر خلال دقيقة واحدة من لحظة توصيل فلطية الاختبار على زيادة التيار ولم يدل الفلطمتر على انخفاض الفلطية ولم تلاحظ تفريغات (فرقعات) الشحنات فى داخل المحول فانه يقام بخفض الفلطية بسلسلة حتى الصفر ويعتبر بان المحول قد اجتاز الاختبار . ويقام حسب هذا الترتيب باختبار ملفات الفلطية المنخفضة اولا ومن ثم ملفات الفلطية العالية .

وتشكل فلطية اختبار العازل الرئيسى للمحول المملوء بالزيت :

٢٥ كيلوفلط - عند فلطية المحول ٦ كيلوفلط ، و ٣٥ كيلوفلط -

عند فلطية المحول ١٠ كيلوفلط ، و ٨٥ كيلوفلط - عند فلطية

المحول ٣٥ كيلوفلط .



اختبار المتانة الكهربائية لعازل اللفات بالفلطة التأثيرية .

تفحص المتانة الكهربائية للعازل بين اللفات والطبقات والوحدات والاطوار بفلطة تأثيرية توصل من المولد الى ملف الفلطة المنخفضة عند الملف الحر للفلطة العالية والخزان المؤرض للمحول . وتؤخذ الفلطة الاختبارية مساوية : ١١٥٪ من الفلطة المقدرة — عند الموصل المغناطيسي ذي البنية الصبلمية ، و ١٣٠٪ من الفلطة المقدرة — عند الموصل المغناطيسي ذي البنية الخالية من الصبالم . ويعتبر المحول مجتازا للاختبار اذا لم تلاحظ خلال دقيقة واحدة من زمن الاختبار دفعات التيار والتفريغات والظواهر الاخرى الشاهدة على تضرر العازل .

### البند ٥٦ . اختبارات الممكنات الكهربائية

يجب على المكنة الكهربائية المرممة ان تلبى المتطلبات التي تفرضها المعايير او الشروط الفنية عليها .

وتجرى فى مؤسسات الاصلاح انواع الاختبارات التالية :  
الرقابية — لتحديد نوعية المعدات الكهربائية ؛ الاستلام والتسليم — التي تجرى عند تسليم المعدات الكهربائية المرممة من قبل مؤسسة الاصلاح واستلامها من قبل الزبون ؛ الاختبارات النمطية — تجرى بعد اجراء تعديلات فى بنية المعدات الكهربائية او فى تكنولوجيا اصلاحها وذلك لتقييم أهلية التعديلات المدخلة . وغالبا ما تطبق فى الممارسة العملية للاصلاح الاختبارات الرقابية واختبارات الاستلام والتسليم .

وتعرض كل مكنة كهربائية بعد الاصلاح بغض النظر عن حجمه لاختبارات الاستلام والتسليم . وعند اجراء الاختبارات ، واختيار اجهزة القياس ، وتجميع مخطط القياسات ، وتجهيز

المكنة الكهربائية الجارى اختبارها ، وتحديد اسلوب وقواعد الاختبارات ، وكذلك لتقييم نتائج الاختبارات تطبيق المعايير والتعليمات المناسبة .

وإذا لم يجر عند اصلاح المكنة تعديل قدرتها او سرعة دورانها ، فانه يقام بعد الاصلاح الشامل بتعريض المكنة للاختبارات الرقابية ، وعند تعديل القدرة او سرعة الدوران تعرض المكنة لاختبارات نمطية .

### أسئلة للمراجعة

- ١ - حدث عن انواع اختبارات المعدات الكهربائية .
- ٢ - ماذا تعنى «القيمة التى تقاس ولا تجعل وفقا للقاعدة» ومع ماذا تقارن ؟
- ٣ - ما الغرض من اجراء اختبار زيت المحول ؟
- ٤ - كيف تكتشف عيوب اصلاح المحول ؟
- ٥ - ما هو الاختبار للمكنة الكهربائية الذى ينجز بغض النظر عن حجم اصلاحها ؟
- ٦ - ما هى الاختبارات التى تعرض لها المكنة الكهربائية التى عدلت فيها سرعة الدوران ؟



# المحتويات

ص

المقدمة

٥ . . . . .

## الباب الاول . أسس الاعمال الميكانيكية (اعمال البرادة)

البند ١	معلومات عامة	٧ . . . . .
البند ٢	تنظيم مكان عمل الميكانيكى الكهربائى	١١ . . . . .
البند ٣	معلومات أساسية عن التفاوت المسموح والتجليس والنعمه ( الخشونة )	٢٥ . . . . .
البند ٤	فن أخذ القياسات	٣٢ . . . . .
البند ٥	المفاهيم الاساسية عن اعمال التعليم	٣٧ . . . . .
البند ٦	قطع وتجليس وثنى المعادن	٤٢ . . . . .
البند ٧	قص وبرد المعادن	٤٦ . . . . .
البند ٨	تخريم وتصحيح وتوسيع الثقوب	٤٨ . . . . .
البند ٩	القلوطة	٥٣ . . . . .
البند ١٠	الكشط	٥٧ . . . . .
البند ١١	التبييض واللحام	٥٩ . . . . .
البند ١٢	معلومات أساسية عن العملية التكنولوجية للمعالجة بالبرادة	٦٤ . . . . .

## الباب الخامس . تركيبة المكنات الكهربائية

- البند ٣٤ . معلومات عامة . . . . . ٢٦٥
- البند ٣٥ . تركيبة المكنة التزامنية والتصميم البنىوى لقطعها  
وحداتها التجميعية الاساسية . . . . . ٢٦٩
- البند ٣٦ . تركيبة المحركات الكهربائية اللاتزامنية وتصاميم  
وحداتها التجميعية الاساسية . . . . . ٢٧٤
- البند ٣٧ . تركيبة المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر  
وتصاميم وحداتها التجميعية وقطعها . . . . . ٢٨٣

## الباب السادس . اصلاح المكنات الكهربائية

- البند ٣٨ . معلومات عامة . . . . . ٢٩٤
- البند ٣٩ . تحديد العيوب والاختبارات ما قبل الاصلاح للمكنات  
الكهربائية . . . . . ٣٠٠
- البند ٤٠ . فك المكنات الكهربائية . . . . . ٣٠٨
- البند ٤١ . اصلاح اعضاء التوحيد وجهاز الفراشى وحلقات التلامس . . . . . ٣٢٠
- البند ٤٢ . اصلاح القلوب واعمدة الدوران والمراوح . . . . . ٣٣٨
- البند ٤٣ . اصلاح الهياكل الحاملة وكراسى التحميل ولوحاتها . . . . . ٣٥٣
- البند ٤٤ . اصلاح ملفات المكنات الكهربائية . . . . . ٣٨٤
- البند ٤٥ . تربيط وموازنة الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج . . . . . ٤٣٢
- البند ٤٦ . تجميع المكنات الكهربائية واختبارها . . . . . ٤٤١

## الباب السابع . اعمال الحبال

- البند ٤٧ . معلومات عامة . . . . . ٤٥١
- البند ٤٨ . الحبال والعلاقات . . . . . ٤٥٤
- البند ٤٩ . آليات رفع الاحمال . . . . . ٤٥٩

## الباب الثامن . تركيبة واصلاح الاجهزة الكهربائية التى تصل فلطيتها الى ١٠٠٠ فلت

- البند ٥٠ . معلومات عامة . . . . . ٤٦٤



## الباب الثانى . التنظيم والتخطيط المنهجى لاصلاح محولات القوى والممكنات الكهربائية واجهزة التحويل

- البند ١٣ . اشكال اهتراء المعدات الكهربائية واسبابه . . . . ٦٩  
البند ١٤ . انظمة الاصلاحات وتصنيفها . . . . ٧١  
البند ١٥ . تخطيط اعمال الاصلاح . . . . ٧٥  
البند ١٦ . تركيب عنبر الاصلاح الكهربائى وقوام معداته . ٧٩

## الباب الثالث . تركيبة محولات القوى الكهربائية

- البند ١٧ . معلومات عامة . . . . ٨٥  
البند ١٨ . الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى . . . ٩٨  
البند ١٩ . ملفات محولات القوى . . . . ١٠٨  
البند ٢٠ . المبدلات . . . . ١٢٤  
البند ٢١ . اطراف السحب والادخال . . . . ١٤٣  
البند ٢٢ . العناصر الأساسية لمحول القوى . . . . ١٤٩  
البند ٢٣ . مجفف الهواء والفلتر الحرارى الماص . . . ١٥٦

## الباب الرابع . اصلاح القطع ، والوحدات التجميعية للمحولات

- البند ٢٤ . معلومات عامة . . . . ١٦٠  
البند ٢٥ . فك المحولات وتحديد عيوبها . . . . ١٦٧  
البند ٢٦ . اصلاح وتجهيز الملفات . . . . ١٧٨  
البند ٢٧ . اصلاح الموصلات المغناطيسية . . . . ١٩٨  
البند ٢٨ . اصلاح المبدلات . . . . ٢١٥  
البند ٢٩ . اصلاح اطراف الادخال . . . . ٢٢٣  
البند ٣٠ . اصلاح اطراف السحب . . . . ٢٢٧  
البند ٣١ . اصلاح الخزان والغطاء وخزان التمدد والفلتر الحرارى الماص والتسليح . . . . ٢٢٩  
البند ٣٢ . تجميع المحولات . . . . ٢٣١  
البند ٣٣ . تنظيف زيت المحولات وتجفيفه . . . . ٢٦١

أيها القارئ العزيز !

تصدر دار «مير» للطباعة والنشر مختلف الكتب العلمية والفنية المختارة من أفضل المراجع الجامعية وكذلك بعض الكتب العلمية المبسطة . وهذه الكتب تصدر باللغة العربية وغيرها من اللغات الاجنبية الاخرى .

ويسر الدار معرفة رأيكم في هذه الكتب ، وتكون شاكرة لكم لو أبديتهم لها ملاحظاتكم حول مضمونها وترجمتها وتصميمها الفني.

عنواننا :

الاتحاد السوفييتي - موسكو ١١٠

بيرفي ريجسكي بيريلوك ٢



- البند ٥١ . اصلاح اجهزة الفصل الاوتوماتية والقواطع التلقائية  
 والمقلعات المغناطيسية . . . . . ٤٦٩
- البند ٥٢ . اصلاح المصاهر الواقية . . . . . ٥٠٤
- البند ٥٣ . اصلاح مغيرات المقاومة . . . . . ٥١٣

## الباب التاسع . تصنيف وطرق اختبارات المحولات والمكنات الكهربائية

- البند ٥٤ . معلومات عامة . . . . . ٥٢١
- البند ٥٥ . اختبارات المحولات . . . . . ٥٢٤
- البند ٥٦ . اختبارات المكنات الكهربائية . . . . . ٥٣٠

151